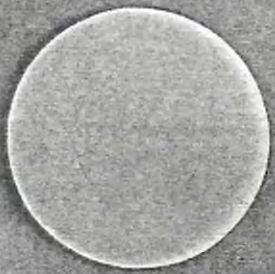
INTRODUCCION EVOLUCIONISTA A LA PSICOLOGIA

A. R. Luria



BREVIARIOS
DE CONDUCTA HUMANA

martínez roca
libros universitarios y profesionales

Breviarios de
Conducta humana

colección dirigida por
RAMON BAYES
JOSE TORO

A. R. Luria

R-2805

INTRODUCCION EVOLUCIONISTA A LA PSICOLOGIA

"BIBLIOTECA DE PSICOLOGIA"

martínez roca
libros universitarios y profesionales

BF38
.L47
2J

Traducido al castellano por
Pedro Mateo Merino,
del original ruso
Evoliutziónnoie vvedienie
v psijológuiiu,
publicado por
Ediciones de la Universidad de Moscú,
Moscú, U.R.S.S.

© *Ediciones de la Universidad de Moscú, 1975*

© de la presente edición
Ediciones Martínez Roca, S. A.
Gran Vía, 774 - 08013 Barcelona

Primera edición: marzo 1977
Segunda edición: junio 1980
Tercera edición: noviembre 1982
Cuarta edición: diciembre 1985

Cubierta: Eduardo Dalmau

Printed in Spain - Impreso en España
por Diagràfic, S. A. - Constitució, 19 - 08014 Barcelona

Depósito legal: B. 42552-1985
ISBN 84-270-1001-X

R-2805

I. LA PSICOLOGIA COMO CIENCIA. OBJETO Y TRASCENDENCIA PRACTICA DE LA MISMA

La psicología como ciencia. Objeto y trascendencia práctica de la misma

El hombre vive y actúa en el ambiente social que le rodea. Experimenta necesidades y trata de satisfacerlas, obtiene información del medio circundante y se orienta en él, forma imágenes conscientes de la realidad, crea planes y programas de acción, confronta los resultados de su actividad con las intenciones primeras, experimenta estados emocionales y corrige las faltas cometidas.

Todo eso entraña actividad psíquica del hombre, y la ciencia que estudia dicha actividad es la psicología. Esta se plantea la misión de establecer las leyes fundamentales de la actividad mental, estudiar las vías de su desarrollo, revelar los mecanismos subyacentes a la misma y describir las mutaciones que se producen en ella como consecuencia de estados patológicos. Sólo una ciencia capaz de estudiar las leyes de la actividad psíquica con factible exactitud puede garantizar no ya el conocimiento de la mencionada actividad sino también la dirección de la misma sobre bases científicas. De ahí que la psicología científica se esté convirtiendo en una de las disciplinas

más importantes, cuya trascendencia ha de aumentar sin tregua con el desarrollo de la sociedad y el perfeccionamiento sucesivo de sus propios métodos.

En cuanto a la historia de la psicología como ciencia

La psicología como ciencia tiene una historia muy breve. Mas los primeros intentos de describir la actividad psíquica del hombre y explicar las causas de los actos humanos datan de un pasado lejano. Así, por ejemplo, ya en la antigüedad los médicos comprendían que para diagnosticar las enfermedades hay que saber interpretar la conciencia del hombre y hallar la causa del comportamiento de éste.

Este enfoque materialista de la conducta humana se vio arrinconado durante muchos siglos por la filosofía idealista y la Iglesia, que interpretaban la conciencia del hombre como una expresión de su vida espiritual, considerando que la vida espiritual no se subordina a las mismas leyes que toda la naturaleza material, y que su análisis no se puede abordar mediante la explicación causal de los fenómenos.

He ahí la razón de que durante siglos el mundo psíquico del hombre y su conciencia se hayan abordado como fenómenos de índole especial, aislados de todos los demás procesos naturales. Los filósofos interpretaban de distinto modo la vida consciente, considerándola como una expresión de la razón divina, o como resultado de sensaciones subjetivas en las que veían los más simples «elementos» constitutivos de la conciencia. Pero a todos los filósofos idealistas les unía la convicción de que la vida psíquica ha de entenderse como expresión de un singular mundo subjetivo, que se revela únicamente a la introspección y

al que no tienen acceso ni el análisis científico objetivo ni tampoco la explicación causal.

Semejante enfoque de los procesos mentales retardó durante muchos siglos el desarrollo de la psicología científica, y aun cuando los procesos del mundo exterior devinieron objeto de estricta investigación científica, los fenómenos de la vida psíquica del hombre seguían estimándose como expresión de un mundo aparte, espiritual, sólo accesible a la descripción subjetiva.

La división de todos los fenómenos en dos grandes categorías: físicos - accesibles a la explicación causal, y psíquicos - inaccesibles al análisis científico objetivo, quedó afianzada por las tesis cardinales de la filosofía dualista de Descartes, quien estimaba que todos los procesos físicos —incluyendo también el comportamiento del animal— están subordinados a las leyes de la mecánica, mientras que los fenómenos psíquicos han de considerarse como formas del espíritu y la fuente de conocimiento de los mismos puede ser únicamente la razón o la intuición.

El enfoque dualista ha subsistido en la filosofía y la psicología foráneas hasta el último tiempo, y si bien los científicos del siglo XIX empezaron a examinar los procesos fisiológicos y psicofisiológicos elementales (entre los que figuran las sensaciones y los movimientos) como procesos naturales, sujetos a la investigación de métodos científicos estrictos, en cambio los fenómenos superiores de la vida psíquica (la conciencia, el pensamiento) seguían considerándose como expresión del mundo espiritual, al cual sólo cabe acercarse mediante la descripción subjetiva de los fenómenos que en él se producen. Esta tesis motivó que a fines del siglo XIX la psicología viniera a dividirse de hecho en dos ramas: una *científico-natural* o *fisiológica*, que trataba de estudiar con rigor y explicar causalmente los procesos psíquicos elementales, estable-

ciendo sus leyes objetivas, y otra *descriptiva* o *subjetiva*, que examinaba las formas superiores de la vida consciente del hombre enfocándolas como manifestaciones del espíritu. La interpretación dualista de los fenómenos de la vida psíquica halló su reflejo en las obras de clásicos de la psicología como los psicólogos alemanes G. Wundt (1832-1920) y H. Ebbinghaus (1856-1909), el filósofo norteamericano W. James (1842-1910), y representantes de la filosofía idealista como G. Dilthey (1833-1911) y otros.

La influencia del enfoque dualista de los fenómenos psíquicos llevó a la ciencia psicológica a un callejón sin salida y suscitó naturales intentos de superar el estancamiento surgido en la misma, de introducir los métodos científico-naturales en el estudio de los procesos psíquicos y abordar éstos del mismo modo que todos los demás fenómenos de la naturaleza.

Esta tendencia, que se había manifestado ya en los materialistas franceses y había sido formulada con precisión a mediados del siglo XIX por los demócratas revolucionarios rusos, tuvo su brillante reflejo en los trabajos del eminente fisiólogo ruso I. M. Séchenov (1829-1905), quien en su libro «Reflejos del cerebro» enunció la idea de que también los más complicados procesos de la vida psíquica han de considerarse en el sentido materialista, como reflejos complejos, y que el pensamiento no es más que ese mismo reflejo, si bien inhibido, en su parte terminal motriz exterior, y que los fenómenos de la vida psíquica deben estudiarse por el naturalista siguiendo los mismos caminos que sirven de causa al estudio de los otros fenómenos de la naturaleza. Esta línea materialista tuvo su continuador en I. P. Pávlov (1849-1936), otro insigne fisiólogo ruso, fundador del estudio objetivo de la actividad nerviosa (psíquica) superior con ayuda del reflejo condicionado. A los intentos de penetrar en las bases fisiológicas, objetivas, de la actividad psíquica y fundamentar la posibilidad de una psicología científico-natural, objetiva, dedicaron sus trabajos ilustres representantes de la ciencia rusa como V. M. Béjtierev (1857-1927), A. A. Ujtomski (1875-1942) y otros.

La doctrina de I. P. Pávlov sobre los reflejos condicionados, la cual él mismo consideró como base fisiológica de la ciencia psicológica, ejerció gran influjo en el desarrollo de la psicología norteamericana. A fines del siglo XIX, el psicólogo norteamericano E. Thorndike comenzó a investigar el comportamiento de los animales utilizando métodos que permitían observar cómo se forman los nuevos hábitos de los mismos en un laberinto. Estas investigaciones sirvieron de base a una nueva dirección en psicología, denominada conductismo (ciencia del comportamiento) por el psicólogo norteamericano J. Watson, quien vio en ella la forma científico-natural de la ciencia psicológica que ha de relevar a la psicología. Basándose en la tesis de que la «conciencia» no es más que un concepto subjetivo, inasequible a la investigación objetiva, los representantes del conductismo norteamericano propusieron hacer objeto de la investigación científica sólo el comportamiento externo del animal, que según los supuestos de aquéllos es el resultado de las inclinaciones (necesidades) biológicas de éste y de los reflejos condicionados que se estructuran sobre las mismas. Surgió así una nueva corriente en la ciencia que desechaba todo estudio del mundo subjetivo, limitándose a describir las formas externas del comportamiento, cuyas leyes se interpretaban como las de un sistema de hábitos mecánicamente formado sujetos por entero al examen científico-natural. El intento de reemplazar la psicología por el estudio de la conducta externa y de las leyes formativas de los hábitos complejos era un reflejo de la lucha por la psicología como ciencia objetiva, y en su época tuvo un alcance progresivo.

Ahora bien, el conductismo norteamericano, como ejemplo extremo de un enfoque mecanicista de la vida psíquica, reveló en seguida su carácter limitado y condujo a la psicología a una crisis no menos elocuente que la motivada por el enfoque dualista de los fenómenos psíquicos.

Por una parte, como empezó a verse con nitidez ya a los pocos años de impetuoso desarrollo del conductismo, la explicación mecanística de la formación de hábitos dominante en el mismo no revelaba los auténticos mecanismos fisiológicos y suplantaba la investigación fisiológica, científica, de los mismos por la descripción externa y la interpretación mecanicista de dichos fenómenos. Por otra parte, un número ingente de formas complejas de la vida psíquica del hombre, que se manifestaban en la actividad consciente de métodos y procedimientos superiores, específicos del comportamiento humano, de la atención activa, del recuerdo voluntario y del pensamiento lógico, quedaban en absoluto al margen de la esfera de la investigación científica.

He ahí la razón de que ya en los límites del propio conductismo empezara a surgir la necesidad de rebasar los marcos de las simples descripciones mecanicistas de hábitos elementales y emprender el análisis científico de formas más complejas de la actividad psíquica del hombre.

Esta necesidad en la creación de una psicología auténticamente científica y capaz de enfocar con métodos científicos objetivos las más complejas formas de la vida psíquica del hombre devino, pues, la tarea fundamental, de la que se tomó conciencia al iniciarse la década del 30 del presente siglo, como condición que podía sacar a la psicología del estado de crisis.

Los caminos de salida de esa crisis fueron formulados de inicio por el relevante psicólogo soviético I. S. Vygotski (1896-1934), convirtiéndose en vías de arranque

para el desarrollo ulterior de la ciencia psicológica, primero en la Unión Soviética, y luego, también allende sus fronteras.

Según ya citamos anteriormente, el sentido histórico de la crisis de la psicología radicaba en que ésta había comenzado a desarrollarse siguiendo dos direcciones. Una, que continuaba las tradiciones del enfoque científico-natural de los fenómenos, se planteó la misión de *explicar* los procesos psíquicos, limitándose de hecho sólo y exclusivamente a los procesos psicofisiológicos más elementales y renunciando al análisis de los complejos fenómenos de la vida consciente, peculiares del ser humano. La otra hizo cabalmente objeto de su estudio esos fenómenos externos de la vida consciente, propios del hombre, mas ciñéndose a la descripción de sus manifestaciones subjetivas, considerándolas como expresión del espíritu y renunciando al análisis científico y causal de las mismas.

La tarea fundamental para salir de esta crisis, tal como la veía L. S. Vygotski, radicaba en *hacer objeto de investigación las formas superiores de la actividad consciente, peculiares del hombre, y enfocarlas desde la óptica del análisis científico, explicar causalmente el origen de las mismas y establecer las leyes objetivas a que se subordinan.*

El cumplimiento de esta tarea requería, sin embargo, una revisión cardinal de las principales tesis básicas de la psicología.

Conforme hizo notar L. S. Vygotski, el intento de abordar la psique como función directa del cerebro y buscar sus fuentes en las profundidades del mismo es tan estéril como el de analizarla viendo en ella una forma de existencia del espíritu. La vida psíquica de los animales surge en el proceso de su actividad y es *una forma de reflejo de la realidad, plasmada por el cerebro, pero que sólo puede explicarse mediante las leyes objetivas de esa acti-*

vidad refleja. Asimismo, tampoco las formas superiores de la actividad consciente, de la atención activa, del recuerdo voluntario y del pensamiento lógico, inherentes al hombre, cabe considerarlas como producto natural de la evolución del cerebro de éste, pues son *el resultado de la peculiar forma de vida social* que para el hombre es característica. Para explicar causalmente las funciones psíquicas superiores del ser humano, hay que *salirse de los límites del organismo y buscar las fuentes de las mismas no en las profundidades del espíritu o en las peculiaridades del cerebro, sino en la historia social de la humanidad,* en las formas del trabajo social y del lenguaje que se fueron constituyendo en la historia de la sociedad y dieron vida a los más perfectos tipos de comunicación y a las nuevas formas de la actividad consciente.

La psicología, que tiende a convertirse en auténtica ciencia, ha de estudiar socialmente el origen histórico de las formas superiores de la actividad consciente y asegurar el análisis científico de las leyes subyacentes a las mismas.

Esas tesis de principio entrañan una reestructuración a fondo de las tradiciones de la psicología dualista y perfilan con nitidez el objeto de la psicología científica.

La psicología humana ha de ocuparse del análisis de las formas múltiples de reflejo de la realidad que han ido formándose en la historia social y el cerebro del hombre las hace cristalizar. Ha de substituir la anterior descripción subjetiva de las complejas formas de la actividad consciente por el análisis científico objeto de las mismas, no suplantando dicha tarea por el estudio de los procesos fisiológicos subyacentes a ellas, ni limitándose a la descripción externa de éstas. Tal es, pues, la misión de la ciencia psicológica, que ha de establecer las leyes de la sensación y la percepción humanas, la regulación de los procesos de la atención y la memoria, el curso del pensamiento lógico, la formación de las necesidades complejas y de la personalidad, considerándolas como producto de la historia social y sin desvincular ese estudio del análisis de los mecanismos fisiológicos subyacentes a las mismas. Esto habrá de integrar, pues, el contenido de la psicología general en su conjunto y el de la psicología humana en particular.

Relación de la psicología con otras ciencias

La psicología puede desarrollarse manteniendo sólo un estrecho vínculo con otras ciencias, que no la reemplazan, mas la proveen de una información importante para que ella pueda revelar con acierto su propia materia.

La primera ciencia con la que la psicología ha de mantener íntima conexión es la *biología.*

Si la psicología animal trata de las formas de comportamiento de los animales que se desarrollan en el proceso de interacción de los mismos con el entorno, se hace totalmente claro que la plena comprensión de las leyes que rigen la conducta de aquéllos no cabe sin el conocimiento de las formas esenciales de la vida, de cuyo estudio se ocupa la biología. Hay que tener una idea suficientemente clara de las diferencias con que transcurre la existencia de las plantas y de los animales, para destacar lo esencial que distingue todo tipo de comportamiento activo, basado en la orientación en el medio circundante, de las formas de vida que no desbordan los procesos del metabolismo y pueden transcurrir al margen de las condiciones de orientación activa en la realidad. Hay que concebir con claridad qué cambia, pues, en las condiciones de vida al pasar de la existencia de los organismos unicelulares en el homogéneo medio acuático a

las formas vitales de los organismos pluricelulares, incomparablemente más complejas, sobre todo en las condiciones de la existencia terrestre, cuyas exigencias son inmensamente superiores en cuanto a la orientación activa en las circunstancias ambientales, como garantía única del adecuado logro de alimento y de la evitación del peligro. Hay que asimilar bien la diferencia en los principios existenciales entre el mundo de los insectos, dotados de sólidos programas innatos que aseguran la adecuada supervivencia en condiciones estables y capaces, sin embargo, de conservar la especie hasta en situaciones cambiantes, y el de los vertebrados superiores con su poco numerosa descendencia, que puede subsistir sólo gracias al desarrollo de nuevas formas individuales-variables de comportamiento que aseguran la adaptación al cambiante medio. Sin esos conocimientos de los principios biológicos generales de la adaptación no cabe garantizar ninguna comprensión clara de las peculiaridades del comportamiento de los animales, y todo intento de entender las complejas formas de la actividad psíquica del hombre pierde su base biológica.

He ahí el porqué a la psicología científica le es totalmente indispensable el tener en cuenta las leyes fundamentales de la biología y nuevos capítulos de ésta como son la ecología (ciencia sobre las condiciones del medio y sus influjos) y la etología (ciencia de las formas innatas de comportamiento). Naturalmente, los hechos que constituyen el objeto de la ciencia psicológica no pueden reducirse en modo alguno a los propios de la biología.

La segunda ciencia con la que la psicología ha de mantener la más íntima conexión es la *fisiología*, y, en particular, el capítulo de la misma dedicado a la *actividad nerviosa superior*.

La fisiología estudia los mecanismos ejecutores de unas u otras funciones del organismo, mientras que la fisiología de la actividad nerviosa superior lo hace de los mecanismos funcionales del sistema nervioso que mantienen el «equilibrio» del organismo con el medio ambiente.

Es fácil advertir cuán necesario deviene para el psicólogo el conocimiento del papel que en este último proceso desempeñan los distintos niveles del sistema nervioso, el de las leyes que regulan los procesos metabólicos en el organismo, las leyes de funcionamiento del tejido nervioso que ejecuta los procesos de excitación e inhibición, y las de aquellas formaciones nerviosas complejas que efectúan los de análisis y síntesis, el cierre de las conexiones nerviosas, y aseguran los procesos de irradiación y concentración de la excitación; así como también el conocimiento de las formas esenciales de funcionamiento de las neuronas, en estado normal o de inhibición (fásico). Todo ello es enteramente indispensable para que el psicólogo que estudia los tipos fundamentales de actividad psíquica del hombre no se limite a la simple descripción de los mismos, sino que comprenda los mecanismos en que se apoyan estas complejísimas formas de actividad, los aparatos que las ejecutan y los sistemas en que ellas transcurren. Desconocer las leyes de la fisiología significaría privar a la psicología de una de las fuentes esenciales del conocimiento científico. Una importancia decisiva para la psicología tiene su vinculación con las *ciencias sociales*.

Las formas cardinales de la actividad psíquica del hombre surgen en las condiciones de la historia social, discurren en condiciones de *actividad objetal* históricamente constituida y se basan en los medios a que dieron lugar las condiciones de trabajo, de empleo de las herramientas y de *lenguaje*. El hombre que hubiera estado privado de comunicación con los circundantes, se hubiese desarrollado al margen de las condiciones del mundo

objetivo formado en la historia de la sociedad y no hubiese utilizado las herramientas ni el lenguaje: un hombre que no hubiere asimilado la experiencia de toda la humanidad, transmitida con auxilio del lenguaje —este depositario de la información—, no tendría ni siquiera una ínfima parte de las posibilidades con que cuenta su comportamiento real. Naturalmente, las formas de actividad del hombre *se hacen realidad* en función de su cerebro y se basan en las leyes de sus procesos nerviosos superiores, mas ningún sistema nervioso de por sí habría podido asegurar la formación del empleo de las herramientas y del lenguaje ni explicar el surgimiento de las complejísimas formas de la actividad humana nacidas en la historia de la sociedad.

La auténtica relación de la psicología y la fisiología radica en que la primera estudia las formas y métodos de la actividad que han surgido en el proceso de la historia social y que *determinan* el comportamiento del hombre, mientras que la fisiología de la actividad nerviosa superior se ocupa de los mecanismos naturales que *hacen realidad* o ejecutan dicho comportamiento.

Intentar reducir la psicología humana a la fisiología de la actividad nerviosa superior —como en otro tiempo propusieron científicos de pensamiento mecanicista— sería cometer un error análogo al del arquitecto que tratase de reducir el origen y anlisis de los estilos gótico y barroco, o bien del imperio, a las leyes de resistencia de materiales, que —por supuesto— han de tenerse en cuenta por el arquitecto, pero que en ningún caso pueden explicar el origen de los estilos arquitectónicos.

El éxito del ulterior desarrollo de la psicología depende en mucho del acertado entendimiento de la correlación existente entre ambas ciencias, y tanto cualquier desestimación de la fisiología como los intentos de reducir a ésta la psicología demoran sin remedio el desarrollo de la ciencia psicológica.

Basta con lo arriba expuesto para ver claro la enorme trascendencia que para la psicología tiene su vinculación con las *ciencias sociales*. Si en la formación del comportamiento del animal desempeñan el papel decisivo las condiciones biológicas de existencia, ese mismo papel lo desempeñan en la formación del comportamiento del hombre las condiciones de la *historia social*, creadora de tales formas nuevas de relación compleja —mediatizada por las condiciones de trabajo— con la realidad que son fuentes de nuevas formas específicamente humanas de actividad psíquica.

Aún podremos ver más adelante que el primer uso de una herramienta y la primera forma de trabajo social motivaron una transformación radical en las leyes biológicas fundamentales de estructuración del comportamiento, y que el surgimiento, y más tarde el empleo del lenguaje —que permite guardar y transmitir la experiencia de generaciones—, condujo a la aparición de una nueva forma de desarrollo, inexistente entre los animales: el desarrollo mediante la asimilación de la experiencia social. La ciencia psicológica contemporánea, que estudia ante todo las formas específicamente humanas de la actividad psíquica, no puede dar ni un solo paso sin tener en cuenta los datos que obtiene de las ciencias sociales: del materialismo histórico, que generaliza las leyes fundamentales del desarrollo de la sociedad, y de la lingüística, que estudia las formas esenciales del lenguaje, constituido en el transcurso de la historia social.

Sólo una valoración minuciosa de las condiciones sociales, formativas de la actividad psíquica del hombre, permite a la psicología obtener su firme base científica. Con la aplicación de este principio habremos de encontrarnos en el transcurso de todas las páginas que siguen

cesos mentales; justamente ellos organizaron los primeros laboratorios psicológicos y elaboraron con detalle ramas de la ciencia como la teoría de la sensación, su medición y principales mecanismos, la doctrina sobre las leyes fundamentales de la memoria y la atención, la teoría de los mecanismos psicofisiológicos del movimiento, etc.

Por supuesto, la psicología fisiológica linda con la fisiología, en particular, con la fisiología de los órganos de los sentidos y la fisiología de la actividad nerviosa superior; la diferencia consiste en que los científicos que se ocupan de este problema toman como objeto de su análisis las formas concretas de la actividad psíquica, estudiando las sensaciones y percepciones, la atención y la memoria del hombre y la estructura de sus procesos motrices, sus cambios durante el ejercicio y el agotamiento, y tratan de establecer —empleando las más exactas metodologías— sus mecanismos fisiológicos y las leyes que sirven de base al curso de aquéllos. Manteniéndose como disciplina psicológica especial, la psicofisiología guarda con la fisiología la misma relación que la bioquímica con la química o la biofísica con la física, sin abstraerse ni por un instante de que los procesos por ella estudiados integran la múltiple actividad psíquica del hombre, ni tampoco olvidar las complicadas peculiaridades estructurales de los mismos, tratando únicamente de revelar los mecanismos fisiológicos subyacentes a éstos.

Gran parte de los conocimientos sobre las leyes que rigen el curso de los distintos procesos psíquicos fue acumulada justamente por esta rama de la ciencia psicológica, y los nombres de ilustres científicos como Fechner y Weber (primeros que midieron las sensaciones), G. Wundt (primero en utilizar ampliamente los métodos psicofisiológicos de investigación de los procesos psíquicos), H. Ebbinghaus y H. Müller (primeros que arribaron a métodos

exactos para la medición de la memoria y de sus mecanismos fisiológicos), así como los de Pieron en Francia, Titchener (EE. UU.) y relevantes psicólogos contemporáneos como Lindsley (EE. UU.), Brodbent (Inglaterra), Fresse (Francia), y otros, se hallan íntimamente vinculados con el desarrollo de esta rama de la ciencia psicológica.

Este dominio de la ciencia psicológica ha obtenido ingente información de las investigaciones realizadas por clásicos eminentes de la fisiología como I. P. Pávlov, autor de la teoría sobre la actividad nerviosa superior; N. E. Vvedenski, a quien se debe la teoría de la patogénesis; A. A. Ujtomski, cuyos trabajos permitieron introducir un nuevo capítulo en la ciencia del comportamiento, la teoría de los factores dominantes; L. A. Orbeli, a quien se debe una valiosa aportación a la fisiología evolucionista; así como también de fisiólogos contemporáneos, entre los que señalamos a P. K. Anojin, autor de la teoría sobre los sistemas funcionales; N. A. Berstein, quien ha aportado una nueva exégesis de la organización del movimiento; G. V. Guershuni y S. V. Kravkov, que han enriquecido la ciencia con nuevos datos sobre las leyes de funcionamiento del oído y de la vista, y otros investigadores.

La tercera materia constitutiva del grupo biológico de ciencias psicológicas es la *neuropsicología*.

Esta disciplina tiene la misión de estudiar el papel que los distintos aparatos del sistema nervioso desempeñan en la estructuración de los procesos psíquicos.

Es fácil advertir que el papel de las formaciones subcorticales y del córtex primigenio en el proceso de la actividad psíquica es enteramente distinto que el del nuevo córtex y el de los hemisferios del cerebro. Hay todas las razones para suponer que también el papel de las diversas zonas de la corteza cerebral es dispar en la

organización de los complejos procesos psíquicos y que las secciones frontales, temporales, parietales y occipitales del cerebro hacen su aportación enteramente singular al curso de la actividad psíquica.

Este nuevo dominio de la psicología utiliza para sus investigaciones el análisis psicológico minucioso tanto de las excitaciones como de las destrucciones de unos u otros sectores del cerebro; estudia los cambios que se operan en los procesos psíquicos a consecuencia de lesiones tópicas del cerebro y hace conclusiones de las observaciones efectuadas en cuanto a la estructura *interna* de los procesos psíquicos.

Investigadores de diferentes países representan esta rama de la psicología, y entre ellos: K. S. Lashley y K. Pribram (EE. UU.), A. R. Luria (URSS), O. Zangwill (Inglaterra), B. Milner (Canadá) y otros. A la par con la neurocirugía cabe situar la psicopatología, ciencia que estudia las peculiaridades de los procesos psíquicos observables en los pacientes aquejados de dolencias mentales y que permite acercarse más de lleno al estudio científico de las enfermedades psíquicas, así como al esclarecimiento de algunas regularidades generales de la actividad mental que se revelan en los estados patológicos.

Muchos científicos psiquiatras (Kraepelin en Alemania, Janet en Francia, Béjterev en Rusia) y psicólogos contemporáneos (B. V. Zeigárnik en la URSS, Pichot en Francia, y otros) han contribuido con éxito al desarrollo de la *psicopatología*.

Capítulo aparte, situado en los confines de la psicofisiología y la neuropsicología, constituye la investigación de los *mecanismos neuronales de la actividad psíquica*. Los científicos elaboradores de esta rama (Hubbel y Wiesel en Inglaterra, Young en Alemania, Jaspers en Canadá, E. N. Sokolov y O. S. Vinográdova en la URSS) se plantean la tarea de investigar las formas de funcionamiento de los distintos grupos de neuronas y analizar los procesos nerviosos más elementales que sirven de base al comportamiento. Investigando las formas elementales de conducta a nivel neuronal se ha llegado a importantes descubrimientos sobre los mecanismos fisiológicos de activación y habituación.

Un lugar especial en el sistema de las ciencias psicológicas lo ocupa la *psicología infantil o genética*.

La importancia de esta rama de las ciencias psicológicas para la psicología general radica en que la psicología infantil o genética estudia el fenómeno constitutivo de la actividad psíquica en el proceso de desarrollo del niño y permite observar cómo cristalizan los complejos procesos psíquicos y por qué etapas pasan en su evolución.

La psicología genética permite abordar los procesos psíquicos superiores del hombre como fruto del desarrollo, lo que hace posible considerar las formas complejas de la actividad psíquica del hombre no como «atributos» o «facultades» existentes desde el mismo origen, sino como resultado de un largo proceso formativo que ha dejado su impronta en la estructura de los procesos psíquicos.

De ahí, pues, que la psicología infantil, investigadora del proceso constitutivo (génesis) de las formas superiores de la actividad psíquica, haya adquirido una importancia decisiva no ya para una rama práctica como la pedagogía, sino también para la psicología general. Y justamente gracias a los éxitos de ella, relacionados con el aporte hecho al estudio del desarrollo psíquico del niño por relevantes investigadores como J. Piaget y L. S. Vygotski, la psicología general ha obtenido pruebas convincentes de que las formas esenciales de los procesos psíquicos poseen una estructura compleja que se constituye en el proceso

de desarrollo del niño (percepción y acción, memoria y pensamiento). La trascendencia de la psicología infantil o genética le ha permitido ocupar un lugar básico en la ciencia psicológica contemporánea.

Señalado lugar ocupa asimismo otra rama de la ciencia psicológica que procede situar al lado de la psicología genética y suele denominarse *psicología diferencial o de las diferencias individuales.*

Es notorio que los hombres poseen no sólo rasgos comunes, cuyo estudio efectúa la psicología general, sino que revelan también *diferencias individuales* inherentes a los mismos. Estas pueden referirse a las propiedades del sistema nervioso, a las peculiaridades individuales de la vida emocional y del carácter, a singularidades en los procesos cognoscitivos y en las aptitudes.

La psicología diferencial se plantea la misión de estudiar esas disimilitudes individuales, describir los tipos de comportamiento y de actividad psíquica de hombres que se distinguen entre sí por características peculiares.

Esta rama científica tiene valor decisivo para justipreciar el nivel de desarrollo del niño y de las formas individuales con que éste domina el trabajo, y analizar las particularidades tipológicas cuyo conocimiento es indispensable para resolver los problemas prácticos de la psicología.

En su tiempo sentó las bases de la psicología diferencial el psicólogo alemán W. Stern (1871-1938); actualmente se ocupan con éxito de los problemas de la diversidad individual científicos como O. Spearman en Inglaterra, Torsten en EE. UU. y B. M. Teplov en la URSS.

Colindante con los dominios de la psicología que acabamos de señalar hay un grupo de ramas íntimamente vinculadas en las *ciencias sociales.* Dichas ramas estudian las condiciones socio-históricas en las que se constituyó

la actividad psíquica del hombre, y las formas sociales en las que ella se manifiesta.

Un lugar esencial en este grupo ocupa la *etnopsicología,* ciencia que trata de las peculiaridades que distinguen los procesos psíquicos en las diversas formaciones históricas y regímenes y en las condiciones de culturas diferentes.

En las etapas tempranas del desarrollo de la psicología se hicieron intentos de crear una «psicología de los pueblos» como forma especial de psicología social y elaborar una ciencia capaz de revelar las bases psicológicas de la génesis del lenguaje, de los mitos, de las creencias, del derecho, y así sucesivamente. Un intento de esa índole efectuado por G. Wundt, uno de los fundadores de la psicología moderna, y publicado con el título de «Psicología de los pueblos» resultó desafortunado. Wundt trató de dar una explicación psicológica a fenómenos de la vida social que no descansan en bases psicológicas, sino económicas o socio-históricas; y justamente por eso los intentos de «psicologizar la historia» frenaron durante largo tiempo el desarrollo de esta importante rama de la ciencia psicológica, que había de estudiar el proceso inverso: el influjo formativo que sobre la actividad psicológica del hombre y el desarrollo de la misma ejercen las condiciones socio-históricas.

Dicha tarea se convirtió en objeto de las investigaciones de muchos notables científicos de diversos países (Frezer y Malinovski en Inglaterra, Janet y Levi Brulle en Francia, Turnwald en Alemania, y M. Mid en los EE. UU.), y esos trabajos echaron por cierto las bases de la etnopsicología contemporánea. Actualmente la investigación de las peculiaridades de la actividad psíquica de hombres pertenecientes a distintas culturas constituye uno de los capítulos importantes de la ciencia psicológica.

Un capítulo especial de la ciencia que se ha destacado en los últimos decenios como rama científica indepen-

diente, situada en los límites de la psicología y la lingüística, es la *psicolingüística*. La misión de esta ciencia consiste en estudiar las leyes fundamentales de la actividad discursiva como medio de comunicación, así como de los procesos de cifrado y descifrado de la información discursiva y de los procesos psicológicos que se basan en los códigos del lenguaje y encarnan en la actividad discursiva del hombre.

Rama importante, si bien insuficientemente desarrollada todavía, de la ciencia psicológica, es la *psicología social*. Esta disciplina estudia las leyes psicológicas de la comunicación de los hombres entre sí, las particularidades psicológicas de la difusión informativa por los medios de influencia masiva como son la prensa y el cine, las peculiaridades del comportamiento en el proceso de trabajo, durante la emulación, etc. Objeto de estudio de una rama especial de la psicología social constituyen las interrelaciones humanas en condiciones de grupos reducidos, el análisis de los factores subyacentes a los tipos concretos de cooperación humana, al proceso formativo de la autoridad, a la promoción de los líderes, y otros aspectos análogos.

En este grupo de materias que guardan afinidad con las ciencias sociales figura también la *psicología del arte*, que trata de los fundamentos psicológicos de la creatividad artística y de las leyes psicológicas que sirven de base a las obras de arte, que hacen uso de distintos métodos y aseguran la máxima influencia de las mismas sobre el lector y el espectador.

Hemos dado a conocer sólo las ramas principales de la ciencia psicológica, mas ellas pueden mostrar ya cuán ramificado es el sistema de disciplinas que constituye la psicología moderna.

La presencia de métodos suficientemente objetivos, exactos y seguros es una de las condiciones primordiales para el desarrollo de toda ciencia.

El papel del método científico está relacionado con que la esencia del proceso a estudiar no coincide con las manifestaciones en que éste aparece; son necesarios procedimientos especiales que permiten adentrarse más allá de los fenómenos asequibles a la observación directa y penetrar en las leyes intrínsecas que constituyen la esencia del proceso estudiado. Este *camino que va del fenómeno a la esencia* y hace uso de toda una serie de procedimientos objetivos de investigación es característico de las indagaciones auténticamente científicas.

¿En qué consisten los métodos que utiliza la psicología?

Existió un largo período en el que la psicología se definió como ciencia que trata del mundo subjetivo del hombre; a la definición del contenido de la ciencia correspondía asimismo el conjunto de los métodos de ésta. Según la concepción idealista, que aislaba la psique de todos los demás fenómenos de la naturaleza y de la sociedad, objeto de la ciencia psicológica era el estudio de los estados subjetivos de la conciencia. A juicio de los psicólogos idealistas, estos procesos de la conciencia se distinguían de los restantes procesos de la realidad objetiva porque *el fenómeno coincidía con la esencia:* las formas de la conciencia que el hombre podía observar en sí mismo (lucidez o turbiedad de la conciencia, emoción de la libertad del acto volitivo, etc.) eran consideradas por dichos psicólogos como atributos cardinales del espíritu, o como esencia de los procesos psíquicos subjetivos. Esta coincidencia de los fenómenos con la esencia constituía —en opinión de los mismos— la base de la psicología y deter-

minaba su método; o sea, *la descripción subjetiva de los fenómenos de la conciencia*, obtenida en el proceso de *introspección* (autoexamen interno), se tenía por método fundamental y único. El reconocimiento del autoexamen interno como método cardinal de la psicología no sólo apartaba a ésta de las demás ciencias, sino que de hecho *cerraba todos los caminos para el desarrollo de la psicología como auténtica ciencia*. Ello excluía la explicación objetiva y causal de los procesos psíquicos, y reducía la psicología a la descripción subjetiva de las formas de vida espiritual y de los fenómenos psíquicos.

Es fácil comprender que una «ciencia» así, que renuncia a estudiar los procesos psíquicos como fruto del desarrollo objetivo, no plantea los problemas de su génesis ni de sus mecanismos objetivos, tampoco podía existir, y durante largo tiempo subsistió cual rama singular de la filosofía idealista, sin insertarse en el círculo de las ciencias genuinas.

Por eso, desde la etapa en que la psicología vino a entenderse como ciencia que trata de una forma singular de la actividad psíquica, que le permite al hombre orientarse en la realidad circundante, reflejarla, establecer los programas de comportamiento y controlar la observancia de los mismos, la actitud con respecto al método fundamental de la ciencia psicológica cambió radicalmente.

La misión de los psicólogos radicaba en crear *métodos objetivos* de estudio de los procesos mentales del hombre, sin limitarse en ningún caso al método introspectivo, teniéndolo simplemente por uno de tantos procedimientos auxiliares, de importancia más bien indagatoria y que permitía formular preguntas, más que dar la posibilidad de explicar causalmente los fenómenos y hallar las leyes subyacentes a los mismos. La revisión cardinal de la introspección como método de conocimiento científico estuvo relacionada con el hecho de que la introspección

misma vino a considerarse como forma compleja de la actividad psíquica, fruto de un largo desarrollo, que utiliza la formación discursiva de los fenómenos observables y que tiene un empleo muy limitado por las siguientes razones: *no todos los procesos psíquicos ni mucho menos transcurren conscientemente* y, además, *el autoexamen interno de nuestros procesos psíquicos puede introducir modificaciones considerables en el curso de los mismos*.

Tarea primordial de la ciencia psicológica devino el estudio de métodos objetivos de investigación utilizables siguiendo *los procedimientos de observación habituales en todas las demás ciencias* respecto al curso de uno u otro tipo de actividad, así como *los de alteración experimental de las condiciones de dicho curso*, capaces de penetrar allende los límites de la descripción externa de esa actividad hacia las regularidades subyacentes a la misma.

Procedimiento básico de la ciencia psicológica ha venido a ser la *observación del comportamiento del hombre en condiciones naturales y experimentales*, con análisis de los cambios que se operan al modificar el experimentador determinadas condiciones. Por este camino se han creado, pues, *tres métodos fundamentales* de investigación psicológica, convencionalmente denominados: de análisis estructural, genético-experimental y patológico-experimental (o de análisis sindrómico).

El *método de análisis estructural* de los procesos mentales consiste en lo siguiente: el psicólogo que estudia una u otra forma de actividad psíquica plantea al examinando el *problema* correspondiente y observa el *entramado estructural de los procesos* (procedimientos, medios y tipos de conducta) con ayuda de los cuales el examinando resuelve el problema dado.

Esto supone que el psicólogo no sólo registra el resultado final (recordación de los datos propuestos, reacción

motriz a la señal dada, respuesta al problema planteado) sino que observa atentamente el *proceso* resolutivo de este último, los medios auxiliares en que se basa, etc. Similar descripción de la estructura psicológica del proceso en estudio y el análisis de los componentes estructurales entraña serias dificultades y requiere el empleo de diversos procedimientos secundarios especiales.

Estos procedimientos, que permiten efectuar con suficiente plenitud el análisis estructural, pueden ser de carácter *directo* o *indirecto*.

Entre los procedimientos *directos* figura la *modificación de la estructura del problema* sugerido al examinando (haciéndolo gradualmente más complejo, introduciendo en él nuevos requerimientos que hagan necesario recurrir a nuevas operaciones para la solución del mismo), y también proponerle *varios modos* que contribuyan a resolverlo (elección de soportes externos, procedimientos auxiliares, etc.). El empleo de estos métodos directos de análisis estructural *modifica el curso objetivo del proceso psicológico* y da la posibilidad de establecer qué operaciones entre las propuestas suscitan las máximas dificultades y cuáles de los procedimientos empleados conducen al máximo efecto.

Las formas descritas de análisis estructural son aplicables ante todo en la investigación objetiva de formas mixtas de la actividad psíquica, como son: la capacidad asimilativa o retentiva de datos, la solución de problemas, la ejecución de operaciones constructivas o lógicas y el estudio de estructura de las complejas formas de los actos conscientes.

Entre los modos *indirectos* o *adicionales* de investigación figura el empleo de indicios que —sin ser ellos mismos elementos de la actividad del hombre— pueden servir como exponentes de su estado general, de las tensiones que experimenta y circunstancias similares. Como

procedimientos de esta índole cabe citar, por ejemplo, los métodos de registro de los procesos fisiológicos (electroencefalogramas, electromiogramas, el reflejo cutáneo-galvánico, pletismogramas) que no revelan de por sí las peculiaridades del curso de la actividad psíquica, mas pueden reflejar las condiciones fisiológicas generales características de las mismas.

Naturalmente, el uso de estos procedimientos indirectos o adicionales puede adquirir su sentido sólo en el caso de una organización precisa de la propia actividad mental que el psicólogo estudia.

Al lado del método estructural-analítico, que ocupa el sitio rector en la psicología, cabe situar el *método genético-experimental*, de singular alcance sobre todo para la psicología infantil (genética).

Como se sabe, todos los procesos psicológicos superiores son producto de un largo desarrollo. De ahí que para el psicólogo sea especialmente importante estudiar la marcha de esa evolución, las etapas que la conforman y los factores que determinan el surgimiento de los procesos psicológicos superiores.

La respuesta a dichos interrogantes cabe obtenerla no ya observando cómo se ejecutan unas u otras tareas en los sucesivos estadios de desarrollo del niño (método que ha recibido el nombre de *cortes genéticos* en psicología), sino también creando *condiciones experimentales* que permitan revelar cómo cristaliza una u otra actividad psíquica. A tales efectos, se sitúa en condiciones diversas al examinando que ha de resolver uno u otro problema. En unos casos se requiere de él la solución autónoma del mismo; en otros se le presta ayuda, utilizando distintos medios de soporte gráfico-operantes externos, por una parte, enunciando en voz alta las vías de solución, por otra, observando el uso que hace de la propia ayuda.

Con el empleo de los procedimientos que forman la

esencia del método genético-experimental, el investigador se halla en condiciones no sólo de revelar las circunstancias aprovechando las cuales el sujeto puede dominar de modo óptimo la actividad dada, sino también *formar* experimentalmente procesos psíquicos múltiples y acercarse más a su estructura. El método genético-experimental ha sido ampliamente utilizado por la psicología soviética en las investigaciones de L. S. Vygotski, A. V. Zaporózhetz y P. Ya. Galperin, y ha facilitado múltiples y valiosos hechos definitivamente incorporados a la ciencia psicológica.

El tercer método de la psicología, singularmente importante para la neuropsicología y la psicopatología, es el *patológico-experimental* o método del *análisis sindrómico* de los cambios que se operan en el comportamiento al originarse estados patológicos del cerebro o bien un desarrollo excepcional de algún aspecto concreto de los procesos psíquicos.

Se trata de un método aplicable en casos relativamente raros. Conociendo un factor que notoriamente altera el curso de los procesos mentales, el psicólogo puede llegar a saber el influjo que dicho factor ejerce en la marcha de toda la actividad psíquica del sujeto tomada en su conjunto.

Con mayor nitidez aparecen las formas del mismo en las investigaciones neuropsicológicas. Este método consiste en que el psicólogo —que estudia minuciosamente a personas aquejadas de una lesión tópica del cerebro que desplaza o altera alguna de las condiciones del curso normal de los procesos psíquicos (por ejemplo, la percepción visual, la memoria audiodiscursiva o la retención estable del programa de actividad)— somete a circunstanciado análisis el curso de todo un compejo de procesos psíquicos y establece cuáles de ellos quedan indemnes y cuáles sufren alteraciones. Semejante análisis da

la posibilidad de establecer qué procesos genuinamente psíquicos se hallan internamente vinculados con el alterado (o excluido) factor, y cuáles no dependen del mismo; permite describir el *síndrome* íntegro, en otras palabras, el conjunto de las modificaciones que se operan al producirse alteraciones en una función cualquiera y hace posible revelar la dependencia mutua (correlación) de los distintos procesos psicológicos.

Dicho método puede utilizarse tanto en la psicología general como en la psicología de las diferencias individuales, en las que el superdesarrollo de algún aspecto de la vida psíquica (verbigracia, de una lúcida memoria visual) o de alguna peculiaridad individual de los procesos nerviosos (por ejemplo, debilidad o insuficiente motricidad de los procesos nerviosos) puede suscitar la reestructuración de todos los procesos psicológicos y devenir factor decisorio en el surgimiento de todo un complejo de particularidades individuales de la personalidad.

Todos los métodos descritos por nosotros en términos generales son métodos de *investigación psicológica*. Sin embargo, a la par con ellos, tienen gran importancia para la psicología los sucintos métodos de *valoración* cuantitativa y cualitativa de los procesos psíquicos (de los conocimientos, hábitos y maestrías) y los simples procedimientos de *medición* del nivel de desarrollo de los procesos mentales.

Dichos sistemas gozan de extensa aplicación en psicología y se conocen con el nombre de *tests psicológicos* (pruebas). Constan de problemas sobre un amplio círculo de cuestiones que se plantean a los examinandos para establecer sus conocimientos, hábitos y maestrías. Para que los mencionados tests (pruebas) puedan facilitar datos objetivos y medibles, se efectúan previamente con un gran número de examinandos (niños de cierta edad o personas de la misma instrucción). De todos estos problemas

se seleccionan los que ha resuelto con acierto un número considerable del total de examinandos (dos tercios, por ejemplo), y sólo después se plantean a los sujetos cuyos conocimientos, hábitos y maestrías se quiere medir. Los resultados de dichas investigaciones se estiman en puntos convencionales o en valoraciones clasificadas (indicativas del lugar que el examinando dado podría ocupar respecto al grupo correspondiente de examinandos).

El empleo de los tests (pruebas) psicológicos puede tener señalada importancia para orientarse en cuanto a las peculiaridades psicológicas de grandes sectores de población homogénea. La evaluación crítica de este método se dará más adelante al analizar su alcance para la medición de las diferencias individuales de los examinandos.

Es fácil advertir que la entidad de los métodos descritos no resulta igual para las distintas ramas de la ciencia psicológica de que hemos hablado más arriba, y si bien el método de análisis estructural queda como fundamental para todos los dominios de la psicología, en cambio, el genético-experimental ocupa el sitio rector en la rama infantil y el de análisis sindrómico en la psicología patológica o diferencial.

Alcance práctico del conocimiento científico-psicológico

La psicología tiene gran importancia no sólo para resolver numerosos problemas teóricos fundamentales de la vida psíquica y de la actividad consciente del hombre.

Posee también un valor práctico creciente a medida en que el gobierno de la conducta del hombre sobre bases científicas y la consideración del factor humano en la industria y en las relaciones sociales se convierte en el problema fundamental de la vida social.

La ciencia psicológica tiene gran importancia práctica para diversos dominios, de los que citaremos solamente los principales.

Lugar primordial entre ellos ocupan la *industria y el trabajo*, y la rama de la psicología aplicada que trata de los problemas relacionados con estos dominios se llama *psicología ingeniera* y *psicología laboral*.

La industria moderna, incluyendo la dirección de los mecanismos, del transporte, de la aviación y actividades similares, entraña una interacción compleja del *sistema hombre-máquina*. Los complicados equipos técnicos han de adaptarse a las posibilidades del hombre; hay que crear las condiciones adecuadas para que la dirección de los sistemas transcurra según una variante óptima y pueda efectuarse con el menor gasto de tiempo y el mínimo de errores. Estos requerimientos conciernen ante todo al logro de una estructuración racional de los paneles de mando, que en los aparatos actuales constan de gran número de indicadores, exigen la mayor visibilidad y la garantía de que la información que suministran sea accesible al máximo. Por supuesto, satisfacer dichos requerimientos cabe sólo teniendo en cuenta las leyes de la percepción humana, el volumen de la retentiva humana y los procedimientos organizativos de las mismas que permitan del mejor modo adaptar la máquina a las posibilidades del hombre. Por otra parte, la industria contemporánea plantea diversos problemas en cuanto a la selección de los hombres más idóneos para las circunstancias de unas u otras formas de trabajo, así como respecto a la organización de condiciones que aseguren el mantenimiento óptimo de la atención con el mínimo agotamiento del hombre. Plantean el problema de los factores psicológicos a considerar para garantizar la máxima seguridad del trabajo y el mínimo de averías.

De todas estas cuestiones se ocupan la psicología in-

geniera y la psicología laboral, que devienen componente substancial de la organización científica del proceso productivo.

La segunda esfera del empleo práctico de la psicología es la *enseñanza y educación de las nuevas generaciones*, o sea, el dominio de la *pedagogía*.

Es notorio que el creciente volumen de los conocimientos que han de adquirirse en el proceso de la instrucción escolar exige la más racional organización de los métodos de enseñanza. Esto depende substancialmente de las peculiaridades psicológicas del niño, de la edad de los alumnos y de los procesos cognoscitivos de éstos durante la enseñanza en la escuela.

La *psicología pedagógica* es, pues, la rama de la psicología aplicada que ha de asegurar la fundamentación científica de los programas y métodos de enseñanza, establecer el círculo de las nociones asequibles a los niños de la edad correspondiente y los métodos docentes que garanticen la mejor asimilación de los conocimientos. Un nuevo capítulo de la pedagogía ha adquirido desarrollo últimamente: la enseñanza programada (o teoría de la asimilación programada y por etapas de los conocimientos) que aporta el fundamento científico-psicológico al estudio de la secuencia óptima en la exposición del material y el empleo de los más eficaces métodos docentes. Problemas como cuál es el grado de despliegue del proceso de asimilación de los conocimientos por etapas, la correlación entre los medios gráficos y discursivo-lógicos de la enseñanza, los procedimientos para la formulación óptima de las reglas, las vías que aseguren la adecuada asimilación de los conceptos y la transferencia de los principios ya asimilados en el proceso de estudio, constituyen sólo una parte de las cuestiones que trata la psicología pedagógica, aporte esencial a la fundamentación científica del proceso docente.

Una segunda faceta del empleo de la psicología en busca de la estructuración racional de la enseñanza y la educación es el análisis de las *particularidades psicológicas de los niños*, que entorpecen el estudio exitoso de los mismos.

Es notorio que el éxito de la enseñanza depende no sólo de los programas y métodos racionalmente establecidos, sino también de la composición del alumnado. En cada aula, a la par con los alumnos aplicados, hay otros que no llegan a dominar con acierto el programa escolar y frenan la acertada labor de todo el grupo.

Ahora bien, existe un hecho substancial: el desaprovechamiento que revelan estos alumnos puede obedecer a razones diferentes.

Ciertos alumnos marchan a la zaga porque son atrasados mentales, y el insuficiente desarrollo orgánico del cerebro de los mismos les hace incapaces para entender la problemática de cierta complejidad. A estos niños hay que trasladarlos a una escuela especial, de carácter auxiliar. Otros son completamente normales, y su falta de aprovechamiento se debe a que han dejado pasar determinada parte del programa, no pueden seguir avanzando con éxito, ya que para asimilar las nociones subsiguientes carecen de la base de conocimientos necesaria. Estos niños precisan de clases suplementarias especiales que les permitan liquidar sus lagunas. Unos terceros revelan dificultades en el estudio por encontrarse físicamente débiles, tras de haber sufrido alguna enfermedad. Ellos pueden concentrar su atención con éxito sólo durante un tiempo reducido, se agotan rápidamente y no se hallan en condiciones de asimilar la materia correspondiente; tienen que estudiar observando un régimen adecuado y entonces pueden salir adelante con el programa. Por último, un cuarto grupo experimenta dificultades en el estudio no porque los niños que lo integran sean atrasados mentales, sino

porque adolecen de algunos defectos, por ejemplo, deficiencias auditivas, que obstaculizan una cabal y oportuna comunicación discursiva, suscitando una demora temporal en el desarrollo. Estos niños deben ser trasladados a escuelas para alumnos duros de oído, donde el empleo de métodos y procedimientos especiales permiten compensar sus deficiencias.

Tarea esencial ha de ser, pues, el *discernir oportunamente las causas que motivan el desaprovechamiento de los distintos grupos de niños* y *diagnosticar las diversas formas del mismo*. Esta tarea se puede cumplir únicamente con la participación más directa de los psicólogos, capaces de describir las peculiaridades psicológicas de los niños atrasados en el estudio, revelar las causas fundamentales de la demora que afecta al desarrollo de los mismos y prestar una ayuda substancial en la eliminación de las fallas descritas.

La tercera esfera de empleo práctico de la psicología es la *medicina*.

Como se sabe, el curso de cualquier enfermedad depende no ya del agente patógeno y del estado del organismo, sino también de cómo el propio paciente concibe su dolencia, qué actitud tiene ante ella y cómo la valora; dicho en otras palabras, de lo que los médicos-terapeutas denominan el «cuadro interno de la enfermedad». Ahora bien, la propia actitud ante la enfermedad está relacionada con una serie de factores psicológicos, de singularidades del régimen emocional de la personalidad y del carácter de las generalizaciones con que cuenta el individuo. El estudio de las peculiaridades caracterológicas y del régimen de la personalidad, de los que se ocupa la psicología, tiene por lo tanto gran entidad en la medicina y permite entrar más de lleno en las bases científicas del ejercicio de la psicoterapia, de la higiene mental y de la psicoprofilaxis.

Un sitio de singular relieve ocupa la psicología en dos ramas especiales de la medicina: la neurología y la psiquiatría.

Aquí puede prestar ayuda esencial en la solución de dos problemas cardinales: el *diagnóstico* y la naturaleza de la enfermedad, por una parte, y la rehabilitación de las funciones alteradas, por otra.

Sabemos que las lesiones tópicas del cerebro sólo parcialmente se expresan en los síntomas de la neurología clásica, como son: la alteración de la sensibilidad, de los reflejos, del tono y de los movimientos. Una parte considerable de los hemisferios cerebrales no tiene relación directa con ninguno de los procesos mencionados y la lesión de estos sectores no engendra alteraciones notorias de los mismos. Estas regiones hemisféricas están vinculadas con la plasmación de formas superiores de la actividad psíquica: con el análisis de la información entrante, con la integración de los planes y programas de acción y con el control del curso de la actividad consciente. Cabalmente por eso, la lesión de estas regiones del cerebro no suscita claros síntomas fisiológicos, y puede engendrar alteraciones notorias de formas complejas de la actividad psíquica.

Durante los últimos decenios ha surgido un nuevo dominio de la ciencia psicológica, al que ya nos hemos referido: la neuropsicología. Esta ha permitido ver qué factores integrantes de formas complejas de la actividad psíquica están relacionados con determinados sectores del cerebro y qué tipos de alteraciones de los procesos psíquicos origina la lesión de los mismos. Merced a ello se ha hecho posible introducir un nuevo y prácticamente valioso método para la diagnosis de las lesiones locales del cerebro, que utiliza el análisis psicológico del carácter de las alteraciones de los procesos psíquicos superiores en el diagnóstico local (tópico) de las lesiones cerebrales.

Este método ha tomado carta de naturaleza en la actividad práctica de la clínica neurológica y neuroquirúrgica, y los datos con que cuenta la psicología para resolver estas cuestiones prácticas serán mencionados en los capítulos correspondientes de la presente obra.

No menos importancia tiene la psicología, a su vez, para precisar el diagnóstico de las enfermedades psíquicas. Las alteraciones de la percepción y de la acción, de la memoria y del pensamiento poseen un carácter totalmente distinto en las diversas formas de insuficiente desarrollo mental y en las diferentes dolencias psíquicas. De ahí que el empleo de los métodos de la psicopatología experimental en la clínica psiquiátrica permita precisar substancialmente el diagnóstico de las enfermedades psíquicas y entre a formar parte de la psicopatología general como elemento esencial.

Gran valor práctico entraña la psicología en el estudio de las bases científicas de la *rehabilitación de funciones alteradas* a consecuencia de lesiones cerebrales.

Hasta hace relativamente poco se consideraba que las funciones alteradas como resultado de lesiones locales del cerebro no se rehabilitan y la lesión cerebral (sobre todo del hemisferio rector y dominante) conduce a desarreglos irreversibles y condena al paciente a la invalidez total.

Sin embargo, la doctrina sobre la estructura sistémica compleja de los procesos psíquicos superiores ha mostrado que toda forma múltiple de actividad psíquica se hace realidad con ayuda de todo un sistema de zonas del cerebro que funcionan mancomunadamente, y ha permitido revisar radicalmente dichas tesis. Ha venido a demostrar que los sistemas funcionales alterados por cualquier lesión tópica del cerebro pueden reestructurarse sobre la base de crear nuevos sistemas funcionales apoyados en las secciones indemnes del cerebro. Por consiguiente, cabe rehabilitar las funciones alteradas sobre nuevas bases.

La teoría de la rehabilitación de las funciones psíquicas superiores trastornadas por lesiones locales del cerebro, mediante un aprendizaje rehabilitador especial, teoría que ha sido elaborada por la ciencia psicológica, se ha convertido en una de las partes fundamentales constitutivas de la medicina actual.

Finalmente vamos a citar, pues, el último dominio en el empleo de la psicología para atenciones prácticas: la *psicología forense*. El instructor sumarial y el juez se relacionan de continuo con formas complejas de la actividad psíquica del hombre, con sus motivaciones y rasgos caracterológicos, con los límites de su percepción y memoria, y con las singularidades de su pensamiento. Por eso, el tener en cuenta las características psicológicas de los mencionados procesos ha de ser componente obligado en la formación y actividad de los funcionarios judiciales-investigativos.

La psicología ha elaborado el enfoque científico de dos importantes capítulos de la praxis sumarial: el análisis de las pruebas testificales y el diagnóstico psicológico de la participación en el delito.

Vino a demostrarse que las declaraciones de los testigos suministran pruebas fidedignas sólo dentro de ciertos límites y el grado de autenticidad de las mismas puede establecerse con ayuda de la investigación psicológico-experimental especial.

Por otra parte, el delito cometido deja huellas no sólo en la situación exterior sino también en la psique del propio delincuente; de ahí que existan métodos psicológicos objetivos con auxilio de los cuales pueden ser reveladas dichas huellas.

Por supuesto, que la incorporación de la psicología a la solución de estos problemas permite hacer un valioso aporte a la estructuración del sumario sobre una base

científica y constituye un capítulo importante de aplicación práctica de la psicología.

Así pues, la psicología es no sólo una rama fundamental de la ciencia sino que tiene dominios extensamente ramificados de uso práctico, facilitando la base científica para importantes esferas de la actividad práctica.

II. EVOLUCION DE LA PSIQUE

Nos hemos detenido en la afirmación de que la ciencia moderna comprende el objeto de la psicología y en las aplicaciones prácticas que entraña este dominio del saber.

Ahora habremos de ilustrar uno de los problemas centrales: la evolución de la actividad psíquica.

Orígenes de la psique

La psicología precientífica, que se desarrolló en la fase temprana de la filosofía idealista, consideraba la psique como uno de los atributos primigenios del hombre y veía en la conciencia una expresión directa de la «vida espiritual». De ahí que ni siquiera se plantease el problema de las raíces naturales de la psique, ni tampoco el de sus orígenes o el de los grados de su evolución. La filosofía dualista suponía que la conciencia es tan eterna como la materia, y que siempre existió paralelamente con la materia.

La psicología científica parte de criterios totalmente diferentes y se plantea la misión de abordar la respuesta al interrogante sobre la génesis de la psique, y describir las condiciones como resultado de las cuales hubo de aparecer esta complejísima forma de vida.

Sabemos qué premisa fundamental para el surgimiento de la vida es la aparición de complejas moléculas de albúmina que no pueden existir sin un metabolismo constante con el medio ambiente. Para la supervivencia necesitan asimilar del entorno las substancias que les sirven de alimentación y que son indispensables para el mantenimiento de su vida; a su vez han de eliminar al medio exterior los productos resultantes de la descomposición y cuya asimilación puede alterar la existencia normal de las mismas. Estos dos procesos —asimilación y desasimilación— integran el proceso metabólico y constituyen la premisa fundamental para la existencia de estas complejas formaciones albuminosas.

Naturalmente, estas complicadísimas moléculas de albúmina (a las que a veces se llama «coacervatos») generan propiedades singulares que responden al influjo de las substancias útiles o de las condiciones que coadyuvan a la asimilación de estas substancias y a los efectos nocivos que amenazan su ulterior subsistencia. Así que dichas moléculas reaccionan positivamente no solamente ante las substancias nutritivas, sino también ante condiciones como la luz y el calor que cooperan a la asimilación. Y reaccionan de modo negativo a los efectos mecánicos y químicos superintensos que entorpecen la existencia normal de las mismas. Mas no reaccionan a los efectos «neutrales» que no forman parte del proceso de metabolismo.

La propiedad que tienen los coacervatos de reaccionar a los influjos que integran el proceso metabólico (dejando sin respuesta los influjos extraños, «indiferentes») se denomina *irritabilidad*. Esta propiedad fundamental se manifiesta en el tránsito de la materia inorgánica a la orgánica. A ella se une otra segunda propiedad: la facultad de conservar los atributos altamente especializados de irritabilidad ante los influjos, transmitiendo las correspondientes modificaciones de las moléculas albuminosas de una generación a otra. Esta última propiedad está relacionada —al parecer— con la modificación de ciertas fracciones de los aminoácidos (en particular, del ácido ribonucleico o ARN, constitutivo de la base molecular de la vida) y está aceptado considerarla como trascendental proceso subyacente a la *memoria biológica*.

Los procesos de irritabilidad con respecto a los influjos «bióticos» de importancia vital, la producción de formas de irritabilidad altamente especializadas y su mantenimiento y transmisión a las generaciones subsiguientes caracteriza el estadio de desarrollo vital que suele denominarse *vida vegetal*.

Esos procesos caracterizan todo el conglomerado vital, empezando por las algas más elementales y terminando con las formas complejas de la vida vegetal. Ellos condicionan, pues, los llamados «movimientos de las plantas», que en esencia no son sino formas de metabolismo intenso o *crecimiento* guiado por la irritabilidad ante los influjos bióticos (humedad, iluminación, etc.). Fenómenos como el crecimiento de la raíz de la planta hacia lo hondo del terreno o el desarrollo irregular del tronco en dependencia de la iluminación, o bien el giro de la planta siguiendo la dirección de los rayos solares, todo eso no es más que el resultado de los fenómenos de «irritabilidad» ante los influjos bióticos (nada indiferentes para la vida).

Hay una circunstancia esencial para la vida vegetal. La planta, que reacciona con acentuado intercambio a las influencias bióticas, *no lo hace cuando se trata de influjos accesorios* que forman parte directa del proceso

metabólico. Ella *no se orienta activamente en el medio circundante* y puede morir —verbigracia— por falta de luz o de humedad, incluso si las fuentes de una y otra están a cortísima distancia, pero no ejercen influjo directo sobre la misma.

De esta *pasiva* forma de vitalidad se distinguen radicalmente las formas de existencia propias de la etapa siguiente de evolución: el estadio de la *vida animal*.

Un hecho fundamental es característico para todo organismo animal, comenzando por los más elementales: *el animal reacciona no sólo a los influjos bióticos directamente relacionados con el proceso de metabolismo, sino que también lo hace ante los no bióticos y «neutrales», siempre que éstos señalicen la aparición de influjos («bióticos») vitalmente importantes.* En otras palabras, los animales (hasta los más elementales) *se orientan activamente en las condiciones del medio ambiente*, buscan las que son vitalmente importantes y reaccionan a todos los cambios del entorno que encierran señales premonitorias de la aparición de esas condiciones. Cuanto más intensamente transcurre el metabolismo mayor es la necesidad que experimenta el más simple ser vivo de obtener alimentos, tanto más activos son sus movimientos y tanto más animadas las formas en que transcurre su actividad «orientadora» o «inquisitiva».

Esta facultad de reaccionar a las estimulaciones «abióticas» neutrales, siempre que ellas señalicen la aparición de influjos vitalmente importantes, y que surge en el estadio de transición al mundo animal, a diferencia de los fenómenos de irritabilidad, se denomina *sensibilidad*. Pues bien, la aparición de la sensibilidad puede constituir el *indicio biológico objetivo* del surgimiento de la psique.

La sensibilidad con respecto a los estímulos «neutrales», cuando ellos empiezan a señalizar la aparición de influjos vitalmente importantes, suscita cambios radicales en las formas de vida. Lo esencial consiste en que el ser vivo comienza a *«orientarse» en el medio circundante y reacciona activamente* ante cualquier cambio que se opera en el mismo, o sea, empieza a generar *formas individuales variables de comportamiento* que no existían en el mundo vegetal.

Al principio, la elaboración de este cambiante proceder individual transcurre con relativa lentitud; mas, pese a ello, se logra observarla incluso en condiciones experimentales.

Citaremos uno de los experimentos típicos realizados por el investigador alemán Bramstedt.

Sabemos que los organismos unicelulares, con los que se efectuó dicho experimento, son sensibles al calor (condición biótica de importancia vital para ellos, necesaria para el metabolismo); mas no lo son a la luz. Por eso, si los colocamos en una cámara uniformemente calentada, una parte de la cual está iluminada, mientras que la otra permanece obscura, ellos se distribuyen uniformemente por toda la cámara. Si, por el contrario, calentamos un lado de una cámara iluminada por igual se concentran en el extremo caliente de la misma. Ahora bien, si durante un largo período iluminamos el extremo caliente de la cámara y mantenemos obscuro el que no hemos calentado, cambia el estado de cosas, y los organismos unicelulares devienen sensibles a la luz, que ahora adquiere para ellos el valor de señal de ascenso de la temperatura, y comienzan a agruparse en el extremo iluminado de la cámara, no obstante la diferencia de las temperaturas.

Es característico que esa sensibilidad con respecto a la iluminación se forma en los organismos unicelulares de modo gradual y puede desaparecer totalmente si durante mucho tiempo no se refuerza la luz con el calor.

Análoga variabilidad individual de comportamiento puede suscitarse en los organismos elementales sobre la base de sus reacciones *defensivas*, si alteramos las condiciones que motivan dichas reacciones. De ejemplo puede servir el experimento de Dembowsky, conocido investigador polaco.

En un tubo de ensayo con agua que contiene organismos unicelulares advertimos los desordenados movimientos característicos de los mismos. Si en lugar del tubo cilíndrico los colocamos ahora en uno de sección cuadrangular, empiezan a golpearse con las paredes del mismo, mas pronto sus movimientos adquieren el carácter modificado que asegura el mínimo de golpes contra las paredes de la vasija. Por consiguiente, la trayectoria de los movimientos empieza a reflejar la configuración del recipiente. La trayectoria así elaborada por ellos se mantiene incluso cuando de nuevo los colocamos en el tubo de forma cilindrica y durante algún tiempo continúan efectuando esos mismos movimientos siguiendo una trayectoria romboidal.

El proceso de variabilidad del comportamiento individual de los organismos animales más simples, que los distingue radicalmente de las plantas, transcurre con relativa lentitud, y asimismo desaparecen lentamente las mutaciones surgidas. Pero estas modificaciones son tan considerables que las nuevas formas de conducta surgidas (de adaptación a las condiciones alteradas) permiten efectuar las reacciones necesarias de adaptación a las nuevas circunstancias con una rapidez muchas veces mayor que la antes existente en el peldaño inferior de la escalera evolutiva.

Como ejemplo típico de ello puede servir el experimento realizado por el investigador norteamericano Smith.

En una angosta probeta de sección microscópica había colocado un *paramecium* (orden de los protozoarios). La sección del tubito era tan minúscula que para salir del mismo en dirección al efecto del agente biótico (de la luz) el *paramecium* necesitaba revolverse golpeándose en las paredes del tubito. Al comienzo del experimento el protozoario invertía en este giro de 3 a 5 minutos, mas si las pruebas se repetían muchas veces en el transcurso de 10 ó 12 horas el giro empezaba a ejecutarse con mucha mayor rapidez, y al final no se requerían para ello más que 1 ó 2 segundos. Así pues, bajo la influencia de las nuevas condiciones se generaba un nuevo «hábito» que transcurría con una celeridad de 180 a 200 veces mayor que la reacción inicial.

Vemos, pues, que la formación de un nuevo tipo de comportamiento adecuado a los condiciones modificadas requiere un tiempo considerable en los animales más simples. Es característico que una vez surgido el cambio de conducta subsiste en ellos con bastante duración y hace falta un largo período de tiempo para que desaparezca.

Esto se puede observar tanto en los elementales organismos unicelulares como en los pluricelulares de organización relativamente simple.

Un ejemplo que muestra ese lento surgimiento y a su vez desaparición lenta de la nueva forma de conducta puede verse en el experimento efectuado por el investigador belga Blesse, inicialmente, y luego por el científico soviético A. N. Leóntiev, con el gusano plano *turbellaria* (véase Leóntiev, A. N.: «Problemas del desarrollo de la psiquis»).

Aún no conocemos los mecanismos biológicos de esa aparición de la sensibilidad con respecto a un agente ante-

riormente neutral. Posiblemente esté relacionada con la modificación gradual de las propiedades bioquímicas del protoplasma. Mas el hecho de aparición en el transcurso de la vida individual de nuevas formas de reacción indica el *surgimiento de la mutabilidad individual* en el comportamiento de los protozoos y da base para hablar de que en este estadio de la evolución aflora una auténtica *conducta*, si bien muy elemental.

Mecanismos comportativos de los protozoarios

La ciencia conoce aún muy poco las condiciones fisicoquímicas de la conducta de los organismos elementales y las causas que suscitan sus movimientos positivos o negativos (movimiento en dirección a unos objetos y en sentido contrario a la de otros, respectivamente).

Sabemos que el protoplasma, constitutivo del cuerpo del animal protozoario (unicelular), consta de una capa externa más densa (plasma-lema) y de otra interior más fluida (plasma-solución). Sabemos también que las capas externas del protoplasma de un protozoario son más excitables que las internas, y cada influjo exterior suscita un intenso metabolismo que se extiende gradualmente de las capas externas a las internas, extinguiéndose poco a poco a medida que desciende el gradiente de excitación. Estos gradientes excitativos subyacen —por lo visto— a los movimientos del protozoario, que surgen tan pronto como el influjo externo suscita un redoblado metabolismo en el punto correspondiente de su superficie, o bien cuando los procesos internos motivan la necesidad de buscar las substancias indispensables para asegurar dicho metabolismo.

Algunos autores suponen que influjos adecuados de intensidad moderada suscitan una reacción positiva del

organismo unicelular y le hacen moverse en dirección al influjo correspondiente, mientras que los inadecuados (demasiado intensos o nocivos) engendran un movimiento negativo, en sentido contrario a la dirección del objeto emisor del influjo. El movimiento positivo hace que el objeto causante de la irritación quede envuelto de inicio por corrientes del protoplasma, que los protozoarios más simples (las amibas) lanzan al lugar de intercambio más intensivo y rodean al mencionado objeto integrándolo en el cuerpo del organismo unicelular. Cuando dicho objeto es nutritivo el cuerpo del protozoo lo asimila y elimina al entorno el resultado de la disociación. Si no es nutritivo, por la misma vía en que se produjo su captura lo expulsa al medio circundante.

No obstante, sería erróneo imaginar que todos los movimientos de los protozoarios transcurren siguiendo un esquema tan simple. Un hecho singulariza el comportamiento de los organismos unicelulares: los influjos que llegan a los mismos pueden sufrir complejísimas alteraciones. Incluso el protoplasma del protozoario no se halla nunca en estado de reposo, sino que se caracteriza por sistemas electivos de excitaciones altamente diferenciados, que cambian en dependencia del proceso metabólico en desarrollo y conduce al surgimiento de formas dominantes de excitación.

Conforme han demostrado los experimentos de Vogler, un influjo mecánico de cierta fuerza no suscita sino reacciones relativamente débiles del protozoo, y la excitación luminosa puede no suscitar en general reacciones de ninguna índole. Sin embargo, cuando sobre el protozoario actúan simultáneamente una excitación mecánica de intensidad dada y la excitación luminosa, ambos efectos se suman y motivan elevadas reacciones del organismo unicelular.

Sabemos que la capacidad reactiva de una amiba ham-

BIBLIOTECA FACULTAD DE PSICOLOGIA

brienta es más alta que la de una amiba ahíta, pues en ella surge la disposición a reaccionar ante los correspondientes influjos útiles o las irritaciones que señalizan la aparición de estos últimos.

Por último, el protozoario puede «acostumbrarse» a los influjos correspondientes, disminuyendo las reacciones ante ellos a medida que se reitera una prolongada actuación de éstos.

Aún son poco conocidos los mecanismos subyacentes a este fenómeno, y sólo las observaciones efectuadas últimamente hacen pensar que la aparición y subsistencia de estos efectos es también el resultado de ciertas modificaciones del ácido ribonucleico, uno de los componentes fundamentales del plasma unicelular.

Cabe señalar que el cuerpo de los protozoarios es relativamente homogéneo y el proceso de intercambio más intensivo puede surgir en él de inmediato en el lugar de la excitación emanante, formando así un accidental extremo «avanzado» de su cuerpo.

Los protozoarios complejos tienen una estructura mucho más enrevesada y sin comparación. Cabe distinguir en ellos «órganos» permanentes en forma de sectores sensibles del protoplasma, constitutivos de los «flagelos» en las bacterias, por ejemplo. Dichos «flagelos» se hallan en movimiento constante y desempeñan las más substanciales funciones de orientación en el medio ambiente; y en ellos surgen gradientes de excitación continua que al extenderse por el resto del cuerpo del protozoario lo ponen en movimiento.

La riqueza de comportamiento de los organismos unicelulares es muy grande y requiere aún estudio especial, a la par que de los mecanismos subyacentes a él. Ahora bien, todo lo que ya sabemos acerca de ellos nos hace pensar que ahí residen las bases de la compleja actividad

de orientación diligente en el entorno y que más adelante constituirán el rasgo esencial de la actividad psíquica.

Génesis del sistema nervioso y de sus formas primarias

Los procesos descritos de irritabilidad con respecto a los influjos bióticos, y de sensibilidad respecto a los influjos neutrales —señalizadores de la separación de efectos vitalmente importantes y de la subsistencia elemental de las pautas— son suficientes para el mantenimiento de la vida de los animales unicelulares.

Mas ellos resultan insuficientes con el tránsito a los pluricelulares.

El tránsito a los organismos pluricelulares complica substancialmente las condiciones de existencia. La nutrición mediante difusión directa de las substancias alimenticias, que predominaba en el nivel de los organismos unicelulares, cede ahora su puesto a la ingestión de alimentos discretos (concentrados): crece el papel de la orientación activa en el medio exterior. Se hace indispensable asegurar movimientos mucho más diferenciados y una conductibilidad de la excitación mucho más rápida que la anteriormente asequible mediante la propagación paulatina de los gradientes de excitación por el protoplasma de los organismos unicelulares. Esto viene a hacer mucho más compleja la estructura del organismo pluricelular y a destacar células especializadas en la recepción de las excitaciones que afluyen al cuerpo del animal, y a la aparición de las primeras células contráctiles ejecutoras de la función que en etapas ulteriores de la evolución habrán de asumir las células musculares. Esto conduce, por fin, a que en los lugares de los antiguos gradientes de excitación comienzan a sedimentarse minúsculos cauces del protoplasma más excitable y consti-

tuyen la forma más elemental de *sistema nervioso*, que en estos animales adopta el carácter de sistema nervioso reticular y difuso.

Todo esto se puede ver con singular nitidez en la estructura del organismo de metazoos relativamente simples pertenecientes a la clase de los celentéreos, por ejemplo: en la estructura del cuerpo de la medusa, de la actinia o de la asteria.

Característico para este estadio del desarrollo de los animales multicelulares es que la conductibilidad de la excitación se acelera en muchas veces gracias a la aparición del sistema nervioso reticular. Si el desplazamiento de la excitación por el protoplasma no sobrepasa la velocidad de 1 ó 2 micras por segundo, en cambio, al aparecer el sistema nervioso elemental (reticular) la celeridad del tránsito de la misma equivale a 0,5 metros por segundo (advertiremos que con el desarrollo subsiguiente del sistema nervioso y la transición a etapas sucesivas de mayor complejidad el desplazamiento de la excitación crece todavía más, llegando en la rana a 25 metros por segundo, y en los vertebrados superiores a 125 metros por segundo).

Mas las considerables ventajas que surgen al aparecer el sistema nervioso primario (reticular) y difuso tienen también sus límites. Al igual que en las etapas de la evolución anteriormente descritas, los animales con sistema nervioso reticular aún *no poseen extremo cefálico permanente* que dirija el comportamiento. La excitación se extiende de modo uniforme por el sistema nervioso reticular a todo el cuerpo del animal, y el lugar de aplicación del estímulo externo se convierte en punto rector accidental. Sólo en los celentéreos más complejos una parte del cuerpo (por ejemplo, un radio en la asteria), que no se distingue de las otras partes (radios) del organismo por su estructura, puede hacerse dominante, «rectora», y asume la función de órgano más activo durante el movimiento. Cuando a una asteria la cercenamos (amputamos) ese radio «rector», la función de tal pasa a otro radio contiguo con el mismo.

Claro está que la ausencia de un órgano rector permanente que pudiese no ya recibir, sino también reelaborar y codificar la información obtenida y crear un programa de conducta diferenciada, limita substancialmente las posibilidades de comportamiento a este nivel. Dichas insuficiencias vienen a eliminarse en las etapas posteriores de la evolución, sobre todo con el tránsito a la existencia terrestre y la formación del sistema nervioso ganglionar, de estructura más compleja.

El sistema nervioso ganglionar y la aparición de programas elementales de conducta

El paso a la existencia terrestre hace más complejas las condiciones de vida. Deviene imposible la difusión directa de las substancias nutritivas existentes en el entorno, y la presencia de alimentos compactos (discretos) y preparados es mucho menor. Estos alimentos se hallan ahora en un medio acusadamente heterogéneo y la orientación necesaria para obtenerlos se complica seriamente.

Todo ello crea la necesidad de seguir haciendo más complejo el organismo de los animales y ante todo de proseguir la evolución de los complicados órganos receptivos y motrices, así como de la formación de complejos aparatos centralizados para reelaborar las informaciones y regular los movimientos. Justamente a eso corresponde, pues, la etapa siguiente en la evolución del sistema nervioso, lo que lleva al surgimiento del sistema nervioso *eslabonado* o *ganglionar*, que aparece por primera vez en

los anélidos y adquiere su mayor complejidad en los invertebrados superiores y ante todo en los insectos.

Tanto la aparición del sistema nervioso ganglionar como el proceso formativo del comportamiento que se efectúa con ayuda de aquél, marcan un salto esencial en la evolución de la actividad vital.

Ya en los invertebrados más simples (gusanos) se puede observar un principio enteramente nuevo de organización del sistema nervioso, si lo comparamos con el estadio precedente. En el adelantado extremo cefálico se concentran los filamentos, que terminan con receptores químicos o táctiles distribuidos con singular densidad. Estos dispositivos perciben las alteraciones químicas, térmicas y luminosas que se operan en el entorno, así como también los cambios de humedad. Las señales procedentes de dichas alteraciones circulan por los filamentos y llegan al nudo avanzado o ganglio, donde ellas se condensan en el «centro» nervioso, que por primera vez surge en este peldaño de la evolución. Aquí se reelaboran las señales (se codifican), y los «programas» de comportamiento emanantes en forma de impulsos motrices se difunden por la cadenilla de los ganglios nerviosos, cada uno de los cuales corresponde a cierto segmento del cuerpo del gusano. Los impulsos que llegan a estos ganglios suscitan los correspondientes movimientos, cuya dirección se programa y regula por el ganglio delantero.

Surge aquí un nuevo principio: el carácter centralizado del sistema nervioso, que se distingue radicalmente del principio estructural inherente al sistema nervioso difuso (reticular). El extremo cefálico del gusano, donde se concentra la singularmente densa red de los quimio-, mecano-, termo-, foto- e hidro-receptores asume el papel rector, mientras que los ganglios segmentarios conservan sólo una relativa autonomía. Esto se observa con facilidad si cortamos el cuerpo del anélido en dos mitades.

Soterrando entonces la mitad delantera en el suelo advertimos que conserva sus movimientos organizados, mientras que la trasera no hará más que retorcerse desordenadamente sin mostrar ningún indicio de movimiento organizado.

Al hacerse más compleja la estructura del sistema nervioso en el estadio de los gusanos, ella permite observar en éstos nuevos tipos formativos del comportamiento, más perfectos (si bien todavía muy primitivos), individualmente adquiridos. Así lo demostró en su época el relevante psicólogo norteamericano Yercson. Para ello colocó una lombriz en un tubito en forma de T, especie de elemental laberinto. En el extremo izquierdo del tubito la lombriz recibía una descarga eléctrica, lo que suscitaba una reacción defensiva. Con la reiteración múltiple del experimento la lombriz conseguía crear el «hábito» de eludir la descarga eléctrica y moverse *hacia la derecha*. En qué medida este proceso transcurría con lentitud se ve por lo siguiente: se requirió más de 150 pruebas para que el comportamiento del anélido adquiriese carácter organizado y en la inmensa mayoría de los casos empezara a moverse hacia la derecha, evitando el shock eléctrico.

Proceso de «adiestramiento» de la lombriz en el laberinto con forma de T

Pruebas	*Número de errores*
1- 40	17
41- 80	14
81-120	13
121-160	9
161-200	4
201-240	4

Proceso de «readiestramiento» de la lombriz en el laberinto con forma de T

Pruebas	*Número de errores*
	Segundo aprendizaje
1- 40	19
41- 80	9
81-120	4
	Readiestramiento
161-165	4
166-175	7
176-185	7
186-195	7
196-205	5
206-215	3
216-225	2

Cuando se repite este mismo experimento luego de una pausa duradera, el «aprendizaje» transcurre de inicio con doble rapidez, y el número de errores alcanza su expresión mínima ya por encima de las 80 pruebas. También es característico que los experimentos de «readiestramiento» de la lombriz (en estas pruebas empieza a recibir ya el shock eléctrico no desde la izquierda, sino desde la derecha) transcurrían con mucha mayor lentitud, y un cierto efecto de «readiestramiento» comenzaba a notarse sólo después de las 200 pruebas.

Por donde se ve que el sistema nervioso ganglionar de la lombriz permite no ya elaborar nuevas formas de comportamiento, sino también conservar los «hábitos» elaborados, o, dicho en otros términos, que la lombriz posee una forma inicial de «*memoria*».

Ultimamente se han efectuado experimentos que permiten convencerse de la posibilidad de transmitir ese «hábito» y dar ciertos pasos para esclarecer los mecanismos bioquímicos que sirven de base a la memoria elemental. En dichos experimentos el investigador norteamericano MacConnally «enseñaba» a un grupo de anélidos el comportamiento adecuado en un sencillísimo laberinto. Tras lo cual desmenuzaba los cuerpos de éstos, hacía de ellos un extracto y alimentaba con él a otros gusanos que nunca habían sido instruidos. Según demostró el experimento, al asimilar dicho extracto, junto con él los gusanos «asimilaron» también los hábitos adquiridos por el primer grupo de sus congéneres. Cuando por primera vez los situaron en el laberinto, de inmediato cometieron muchos menos errores que los gusanos corrientes no instruidos. Este hecho incitó a MacConnally a suponer que la elaboración del «hábito» en dichas etapas de la evolución está relacionada con profundas alteraciones bioquímicas del protoplasma y el «hábito» creado puede «transmitirse» por vía humoral.

La ciencia no dispone de un estimado ni interpretación definitiva de los datos obtenidos en dicho experimento, cabe únicamente suponer que las alteraciones suscitadas por semejante «aprendizaje» están relacionadas con modificaciones concernientes al ácido ribonucleico (ARN). Así vinieron a demostrarlo unos experimentos en los que los cuerpos de los anélidos «instruidos» se introducían previamente en una solución de ribonucleasas (fermento que disuelve el ARN), tras lo cual el extracto de las mitades traseras del cuerpo de los gusanos «instruidos» no motivaba el efecto necesario, mientras que el extracto de las mitades delanteras de esos mismos gusanos (contentivo de la substancia del ganglio delantero) continuaba suscitando el ya mencionado efecto. Estos experimentos hablan tanto de la trascendencia que para la conservación del «hábito» tiene el ácido ribonucleico, como del alcance que para la subsistencia de la «memoria» del anélido tiene el ganglio delantero, cuyas células son invulnerables a la acción disolvente de las ribonucleasas.

Hasta hoy continúan en la ciencia las disputas acerca de si los mencionados experimentos hablan de la «transmisión de información» por vía humoral o si únicamente se trata de la «elevación general de excitabilidad» que surge al asimilar la substancia de los cuerpos de los gusanos instruidos. Pese a que no hay una respuesta definitiva a este interrogante, los resultados de los experimentos muestran que en esta etapa de la evolución cabe la elaboración de un «hábito» sólido, en la conservación del cual —al parecer— toman parte todas las células del cuerpo del animal.

Surgimiento de formas complejas de conducta («instintiva») hereditariamente programada

La evolución subsiguiente del comportamiento está relacionada con la aparición de complejos dispositivos diferenciados de recepción que permiten percibir la información altamente especializada que llega del entorno. Está vinculada al desarrollo de complejísimos programas que facultan al animal para adaptarse a las complicadas condiciones —si bien estables y permanentes— del medio circundante. Todo esto se hace posible y se revela con suma claridad en los artrópodos.

La mayor complejidad de las condiciones de existencia hacen necesaria la formación de variados dispositivos de sensibilidad que permitan registrar las diversas influencias del medio exterior. Veámoslo en el ejemplo de la evolución de los foto-receptores. Inicialmente las células foto-sensibles estaban simplemente concentradas en la superficie delantera del cuerpo, lo que le daba al animal la posibilidad de percibir el influjo de la luz, mas no le permitía aún localizar la fuente de luz en el espacio. En la etapa siguiente de la evolución las células foto-sensibles se concentraron en dos placas de esta índole situadas a ambos lados del extremo delantero del cuerpo. Ello permitía orientarse en cuanto a la situación espacial de la fuente de luz y volver el tronco a la derecha o a la izquierda, mas aún no daba la posibilidad de diferenciar las propiedades del objeto actuante sobre el organismo. Sólo en la última etapa de la evolución las placas foto-sensibles se encorvaron, adoptando la forma de un globo hueco. Un pequeño orificio, que luego vino a llenarse por un medio refrigerante (cristalino), permitía la refracción del rayo incidente, y el influjo del objeto luminoso quedaba grabado en la capa sensible de este globo hueco. Surgía el complejo aparato del receptor fotosensible, del ojo, que

por primera vez permitió no sólo reaccionar a la presencia de la luz, sino también reflejar las propiedades del objeto actuante.

Pues bien, la estructura del ojo, de este importantísimo órgano foto-receptivo, no es igual en los distintos animales. En los insectos tiene el carácter de «ojo compuesto», constituido a veces por muchos miles de células independientes. En los vertebrados toma la forma bien conocida por todos de ojo único capaz de recibir el reflejo del objeto y cambiar la nitidez del reflejo con ayuda de un sistema autorregulador del aparato refractivo y de los músculos. Mas en todos los casos el surgimiento de un complejo dispositivo que permite orientarse a distancia en cuanto a los objetos actuantes constituye uno de los más serios adelantos de la evolución.

Los insectos cuentan con un gran número de receptores altamente diferenciados. A la par con el complejo foto-receptor (el ojo), poseen receptores quimio-táctiles especiales (situados en las antenas), receptores gustativos (sitos en la cavidad bucal y en las patas) que captan los más sutiles cambios de sabor, receptores vibratorios (colocados en las membranas de las patas) que reaccionan a las más tenues vibraciones ultrasónicas, a veces hasta de 600.000 vibraciones por segundo, y, quizás, de toda una serie adicional de dispositivos receptores de tipos desconocidos para nosotros, cuya especialización fue cristalizando en ellos a través de millones de generaciones.

Las excitaciones provocadas por los influjos que inciden en estos aparatos receptivos se difunden por los filamentos nerviosos y llegan al *ganglio delantero*, prototipo de cerebro y aparato que aúna (codifica) los impulsos que llegan al mismo y los transmite a los complejísimos sistemas de programas innatos de conducta, subyacentes a los movimientos adaptivos del insecto.

El ganglio delantero de los insectos superiores —por

ejemplo, de la abeja— posee una estructura muy compleja. Consta de una aglomeración de células nerviosas diferenciadas a las que llegan los impulsos procedentes de los receptores periféricos. En la parte delantera de dicho ganglio se disponen con preferencia las células visuales; en la parte media, las olfativas; y en la posterior, las células sensorias de la cavidad bucal. Es característico que el dispositivo de las mencionadas células está adecuadamente organizado. En ellas se puede observar ya la estructura de «pantalla» plana, en virtud de la cual es posible que las excitaciones engendradas se difundan por los entramados de las neuronas del ganglio anterior en forma organizada, asegurando con ello el reflejo de ciertos influjos estructuralmente organizados.

Cabe destacar asimismo, conforme ha sido establecido por las últimas investigaciones, que ya en este estadio de la evolución entran a formar parte del ganglio cefálico neuronas altamente especializadas que reaccionan a los más ínfimos indicios aislados de información que llegan al organismo, disociándola en un gran número de elementos constitutivos, lo que más adelante permite aunarlos en estructuras completas (más abajo hablaremos de las formas de funcionamiento de esas neuronas).

Todo ello hace que el ganglio anterior de los insectos superiores sea un complejísimo aparato central que permite captar los variados influjos del entorno y clasificarlos en sistemas completos.

Los códigos de las excitaciones motivadas por determinados estímulos en el ganglio cefálico de los insectos se transmiten en forma de programas complejos de comportamiento al subyacente ganglio pectoral, donde surgen los impulsos de los complicados movimientos adaptativos del insecto que determinan su conducta.

Estos complejísimos programas de conducta de los insectos entrañan tan marcado interés que requieren un detallado análisis especial.

Una peculiaridad de la inmensa mayoría de los mismos la tenemos en que son *innatos* y *se transmiten por herencia*, y toman la forma ampliamente conocida de *comportamiento instintivo*. Dichos programas se elaboran por muchos millones de generaciones, transfiriéndose por vía hereditaria al igual que las particularidades estructurales del organismo (la forma de las alas, la originalidad de la trompa, la estructura de los órganos receptivos. Y están bien adaptados a las condiciones de existencia de los insectos).

Los ejemplos de programas innatos de conducta de los insectos son muy numerosos. A menudo son tan complejos y atinados que algunos autores los han tenido por ejemplo de conducta racional.

Es notorio que la larva del gorgojo de abedul corta la hoja siguiendo una forma geométrica ideal, muy cercana a una estructura óptima matemáticamente calculada, para luego arrollarla en forma de tubito a usar durante la metamorfosis en crisálida. El mosquito pone los huevos en la superficie del agua y jamás los deposita en tierra, donde inevitablemente se secarían. La avispa *sphex* deposita los huevecillos en el cuerpo de una oruga para que al nacer las larvas no experimenten carencia de alimento. A tales efectos horada previamente el ganglio pectoral de la oruga de tal forma que ésta no perezca, dejándola inmovilizada solamente, y lo hace con admirable precisión. ¿Hará falta hablar de los innatos programas de comportamiento de la araña, que teje su tela de maravilloso entramado, o de los innatos programas de conducta de la abeja, que construye panales de forma ideal por su economía, los llena de miel y los tapa con cera tan pronto como están suficientemente llenos?

Los ejemplos arriba citados de complejísima y adecua-

da conducta y muchos otros son congénitos, el insecto no tiene que aprenderlos, nace ya con esas formas de proceder al igual que nace con un ala de forma ideal o con una estructura de los órganos de los sentidos admirable por su conveniencia.

Todo esto ha dado base a muchos autores para que hablen de la *conveniencia de los instintos* y de su afinidad con el *comportamiento racional*.

Sólo últimamente las investigaciones de los zoólogos y, en particular, de esa rama de la ciencia que llamamos etología (*êthos*, comportamiento), han introducido cierta claridad en la enigmática forma de conducta, demostrando que tras esa forma de actividad —sorprendente por su complejidad y aparente racionalidad— se ocultan mecanismos elementales. Dichas investigaciones muestran que los *complejísimos programas de comportamiento «instintivo» son motivados de hecho por estímulos elementales que ponen en marcha ciclos innatos de acciones adaptativas.*

Así, pues, la colocación de los huevecillos del mosquito en la superficie acuática viene motivada por el *brillo* del agua; por eso, basta substituir el agua por un reluciente espejo para que el mosquito empiece a depositar los huevecillos en la superficie de este último. El complejo programa innato de la actividad de la araña, que se arroja sobre la mosca atrapada en la tela y la devora, está motivado de hecho por la vibración de la telaraña y cuando acercamos a ésta un diapasón vibrante la araña se arroja a él igual que antes lo hizo sobre la mosca.

Los mecanismos descritos permiten dar un paso substancial para mejorar la interpretación de los procesos subyacentes a la conducta innata y efectuar el tránsito de la simple descripción a la explicación, y mostrar en qué medida el comportamiento instintivo se distingue del racional.

Citaremos un ejemplo más demostrativo de la complejidad con que transcurre dicha investigación y de los interesantes resultados a que conduce.

Sabemos que algunas especies de lombrices de tierra que hacen provisiones de hojas para el invierno las introducen en sus madrigueras arrastrándolas por la punta. Esto se consideraba como una expresión de la «razonable actividad» de las lombrices —a la que en su tiempo se refirió Darwin—, e hizo suponer que la lombriz capta la forma de la hoja y «calcula» de qué extremo es mejor arrastrarla a su madriguera.

Este supuesto cambió esencialmente cuando el investigador alemán Hahnelly efectuó el siguiente experimento. Recortó un trocito de la hoja, reproduciendo la forma de la misma, pero con la punta inclinada hacia abajo. En este caso la lombriz hizo intentos de arrastrar la hoja a la madriguera mas no por la punta, sino por la parte roma de la misma. Y otro investigador, Mansholdt, se ocupó de establecer el porqué lo hacía así. Este científico supuso que ese comportamiento de la lombriz estaba dictado no por la captación de la forma, sino por un sentido químico mucho más elemental. Para comprobarlo puso ante la lombriz varios palitos iguales, pero untando un extremo de los mismos con extracto de puntas de hoja y el otro con extractos de la base de ésta, o bien un extremo con extracto del vértice de la hoja y el otro con extracto de pecíolo. A título de controles se ejecutaron experimentos en los que un cabo del palillo se untaba con extracto del vértice de la hoja o del pecíolo, y el otro, con gelatina neutral. Los resultados de la prueba demostraron que la frecuencia con que la lombriz arrastraba el palito a la madriguera en estos casos por uno u otro extremo era desigual, y que el factor esencial, lo decisivo, era la diferencia existente entre la naturaleza química del vértice de la hoja y la de su pecíolo.

indicios ante los que el insecto reacciona esté relacionada con la aparición de neuronas altamente especializadas del ganglio anterior, neuronas que en el proceso de la evolución han ido elaborando la capacidad de reaccionar con criterio selectivo ante indicios vitalmente importantes como son los colores mezclados, el aspecto estrellado o la forma de escarpe, la situación espacial de las formas, etc.

Las indagaciones efectuadas por zoólogos y psicólogos han permitido convencerse además de otra peculiaridad esencial del comportamiento «instintivo» congénito. Resulta que los programas innatos de conducta «instintiva» no son adecuados más que en determinadas circunstancias, rigurosamente constantes y estandardizadas, de conformidad con las cuales formaron dichos programas en el proceso de la evolución. Basta, sin embargo, alterar ligeramente esas circunstancias para que los programas innatos dejen de ser convenientes y pierdan su carácter «razonable».

Esta tesis puede ilustrarse con dos ejemplos. Es notorio que en una de las especies de avispas ha cristalizado un comportamiento muy «conveniente». Cuando vuela con una captura a la guarida en que ha de depositarla, la deja a la entrada de ésta, penetra luego en su interior, y tan pronto como la halla vacía sale afuera, arrastra la captura al avispero y reanuda su vuelo.

Ahora bien, la cosa cambia substancialmente, si mientras la avispa explora el interior del nido desplazamos unos centímetros la presa que yace a la entrada del mismo. En este caso, la avispa sale de la guarida, y, al no hallar la presa en el sitio de antes, la traslada de nuevo a la situación inicial y... vuelve a entrar en el nido, que acababa de examinar. Ese comportmaiento de la avispa puede repetirse

muchas veces seguidas, y siempre que desplazamos la presa algunos centímetros la avispa reitera mecánicamente su exploración del nido, ya que en estas condiciones ha perdido su adecuación.

Observaciones análogas se efectuaron con las abejas. Sabemos que éstas llenan con miel las celdillas vacías y, una vez que han depositado la cantidad necesaria de la misma, las tapan. Ahora bien, si, sometiéndola a una prueba especial, cercenamos el fondo de las celdillas y la miel que el insecto va depositando en ellas cae al vacío, cada cierto período de tiempo —afianzando en su programa instintivo— la abeja sigue tapando las celdillas vacías. También aquí el comportamiento que era adecuado en las circunstancias estandardizadas y constantes de la vida, pierde su conveniencia cuando las circunstancias de la vida cambian.

Todo ello indica que los programas «instintivos» congénitos de comportamiento, predominantes en la actividad de los insectos, son rutinarios, mecánicos, y conservan su aparente «racionalidad» sólo en las estandardizadas circunstancias permanentes de conformidad con las cuales fueron elaborados en el proceso de la evolución.

La adecuación de ese predominio de los programas genéricos de comportamiento está en consonancia con el principio biológico fundamental de la vida de los insectos. Por lo común, depositan un crecidísimo número de huevecillos, bien conocido por su extremada abundancia. Sólo una reducida cantidad de los individuos que nacen de estos huevecillos sobreviven, pero resulta suficiente para la conservación de la especie. Por eso, no obstante perecer gran número de individuos, cuando el cambio de las condiciones hacen inadecuados los programas innatos de comportamiento, la especie se conserva pese a todo, y

(a) Extracto del vértice de la hoja (V)	(b) Extracto de la base (B)	(a/b) Relación de preferencia de uno u otro extremo de la hoja
Vértice de la hoja (V)	Pecíolo (P)	51:49
Vértice de la hoja (V)	Gelatina (G)	68:32
Pecíolo (P)	Gelatina (G)	93: 7
		84:16

Por consiguiente, cuando un extremo del palillo aparecía untado con extracto del vértice, y el otro con extracto de la base de la hoja, la lombriz no mostraba preferencia alguna por uno u otro extremo del palito. Pero si un extremo se untaba con extracto del vértice y el otro con extracto del pecíolo, la lombriz arrastraba el palito por el extremo untado con extracto del vértice de la hoja el doble de veces que por el otro. En las pruebas de control, para las cuales el segundo extremo del palillo se untaba con gelatina neutral, la preferencia por el extracto del vértice de la hoja se hacía todavía más clara.

Así, pues, la hipótesis de que la lombriz reacciona a la forma de la hoja quedó desechada, a la vez que se demostró el papel decisorio que en el proceso de esta compleja forma de actividad desempeña un sentido mucho más sencillo: el sentido químico.

Todas las observaciones descritas permitieron convencerse de que —no obstante los complicados programas del comportamiento innato predominantes en los invertebrados (y principalmente en los insectos)— dichos programas pueden entrar en funcionamiento mediante señales relativamente sencillas. Estas señales que ponen en marcha los complicadísimos mecanismos congénitos reflejan las condiciones ecológicas (ambientales) de existencia del animal y son frutos de una larga evolución.

Las condiciones que hacen entrar en funcionamiento los programas innatos de conducta se manifiestan con singular claridad al analizar los indicios ante los que reaciona el insecto (por ejemplo, la abeja) cuando se posa selectivamente en unos u otros tipos de flores melíferas.

Y resulta que esos indicios pueden ser la *compleja* forma de la florecilla, y en ocasiones el colorido de ésta.

Según demostró en sus investigaciones el renombrado zoólogo alemán Frisch, y luego Hertz con sus experimentos, en los que se entrenaba a una abeja para que ésta se posara en unos cálices con solución azucarada, tapados con laminillas de formas geométricas diversas, la abeja distinguía a duras penas figuras geométricas sencillas como el triángulo y el cuadrado, mientras que lo hacía con facilidad cuando se trataba de formas complejas como las estrellas de cinco y seis puntas o las imágenes cruciformes situadas bajo ángulos diferentes. Por último, la abeja diferenciaba con igual habilidad el círculo simple y el escarpado, no posándose en el primero y reaccionando selectivamente ante el segundo.

Dichas investigaciones indican que el factor que permite a la abeja seguir las formas correspondientes no es la sencillez geométrica de las mismas, sino su similitud con los excitantes naturales, o sea, con la imagen de las flores.

Resultados análogos dieron los experimentos en cuanto a la diferenciación de la diversidad de *coloridos* por la abeja. Ellos probaron que la abeja distingue con dificultad los colores puros, haciéndolo con más facilidad cuando se trata de colores mezclados (rojo-amarillo, amarillo-verde, verde-azul claro, etc) que reproducen el colorido de flores reales.

Todo ello muestra qeu el factor decisivo para la selección de los indicios que ponen en marcha los programas innatos (instintivos) de comportamiento son las condiciones naturales de existencia (las condiciones ecológicas), determinantes del rasgo preciso que el animal escoge.

Es muy posible que esa elevada selectividad de los

los innatos programas de «instintiva» conducta resultan suficientes para el mantenimiento de aquélla.

Ese tipo de adaptación de los programas innatos de comportamiento con una lenta y difícil variabilidad es biológicamente adecuado en las condiciones de enorme abundancia reproductiva que tiene lugar en el mundo de los insectos. Pero él deviene biológicamente insuficiente para otra rama de la evolución, la de los vertebrados, entre los cuales no se manifiesta esa superabundancia reproductiva y se crean condiciones que hacen indispensable la aparición de un nuevo tipo: el comportamiento individual variable en un nivel superior.

El sistema nervioso central y la conducta individualmente variable de los vertebrados

Todo cuanto sabemos sobre los modos de vida y el comportamiento de los vertebrados indica que tanto las formas de existencia como las de conducta están organizadas en base a un principio enteramente distinto.

Sólo entre los vertebrados inferiores, que habitan en un medio acuático, la abundancia reproductiva es tan grande que les acerca a la clase de los insectos, y sobrevive sólo un número relativamente pequeño de los individuos que nacen de la fecundación de las huevas. Por eso únicamente entre los peces es suficiente para la conservación de la especie el predominio de las formas poco cambiantes, hereditariamente programadas.

El cuadro cambia cuando los vertebrados pasan a la existencia terrestre. Las condiciones de alimentación se [illegible] más complejas, el entorno más variable, y crecen incomparablemente las exigencias para orientarse en este medio, sujeto a cambio constante. A la vez que varía también el tipo de reproducción: cada individuo procrea

sólo 2 ó 3, con menos frecuencia 5 ó 6 semejantes, y la supervivencia de individuos sueltos viene a ser condición para la subsistencia de la especie.

Todo ello crea la necesidad biológica de que, a la par con el innato y poco variable comportamiento «instintivo» (o genérico), surja un nuevo proceder *individual variable*. Esta nueva forma de conducta existe en germen entre los vertebrados inferiores, pero en escalones ulteriores de la evolución va ocupando un lugar cada vez mayor, hasta llegar a desplazar entre los mamíferos superiores (monos), y luego en el hombre definitivamente, las formas primarias, congénitas («instintivas»), de comportamiento.

La necesidad de hacer más complejas las formas de orientación en la realidad circundante y elaborar nuevas posibilidades de orientación individual en las cambiantes condiciones del entorno, y constituir nuevas formas individualmente variables de adaptación, motivan que en el proceso de la evolución surjan dispositivos nerviosos nuevos en principio, capaces no sólo de recibir las señales del medio ambiente y poner en funcionamiento los programas de comportamiento «instintivo» hereditariamente transmisibles, sino aptos para *analizar* la información afluyente y *cerrar nuevas conexiones*, asegurando *nuevas formas de conducta individualmente variables*. Este nuevo dispositivo es el *encéfalo*, cuya estructura refleja el largo camino recorrido por la evolución.

El cerebro de un animal está organizado siguiendo el principio de niveles o estratos diversos sobrepuestos.

Los niveles inferiores, situados en el tronco cerebral, aseguran los procesos reguladores del estado interno del organismo: el metabolismo (hipófisis), la respiración y la circulación de la sangre (tronco) y las respuestas de reflejo a los irritantes elementales que del medio exterior llegan al animal (cuadrigéminos). Dichos aparatos, con

estructura de agregados neuro-secretorios o nudos nerviosos (ganglios), predominan en los vertebrados inferiores y les permiten ejecutar los programas innatos más elementales de actividad adaptativa, poco diferenciable de los tipos de actividad instintiva antes descritos.

Un ejemplo típico de esa estructura cerebral es el encéfalo de la rana, que consta de formaciones del tronco superior, con un vigoroso desarrollo de los cuadrigéminos y estructuras superiores apenas esbozadas, y garantiza sobre todo el cumplimiento de los programas «instintivos» y poco variables de comportamiento formados en el proceso de la evolución, de urdimbre cercana a la descrita más arriba. Cuando la rana advierte la presencia de una mosca, salta, abre las mandíbulas, y con su viscosa lengua captura al insecto. Esta compleja conducta viene determinada por un estímulo relativamente elemental, el *centelleo* visualmente percibido, y no es en absoluto respuesta a una señal analizada de antemano. Esto se ve con facilidad, si de un sutil pelo colgamos un minúsculo papelillo y lo ponemos en movimiento haciendo girar el pelo. En este caso, el centelleo del papelillo hace funcionar los programas innatos de comportamiento, y la rana se lanza automáticamente sobre el rutilante papelillo igual que antes se lanzara sobre la mosca.

Sobre el aparato del tronco surgen formaciones más altas, incluyendo de inicio el sistema tálamo-estriado (nódulos subcorticales) y el córtex primitivo (olfativo o límbico), y más tarde, en los vertebrados superiores, la nueva corteza cerebral de los hemisferios, que sujetos a creciente desarrollo van dominando por entero las formaciones de nivel inferior.

Los aparatos del sistema tálamo-estriado, que empiezan a hacerse dominantes en los reptiles y las aves, y más tarde también los aparatos de la corteza primitiva, aseguran formas de mayor plasticidad en el comportamiento individual que las propias de los vertebrados inferiores. Sin embargo, estas formas de conducta, que adquieren ya rasgos de variabilidad individual, se hallan íntimamente vinculadas aún con las formas innatas más elementales de comportamiento y ostentan los rasgos de aquellos tipos de actividad adaptativa con los que el animal viene al mundo y que reflejan las singularidades de su ecología (es decir, de las formas biológicas estables de su existencia).

Un análisis inmediato prueba que estos programas innatos de comportamiento, a veces muy complejos, pueden suscitarse con estímulos relativamente simples que reflejen las formas de vida del animal.

Según muestran las observaciones efectuadas por diversos autores, entre ellos el fisiólogo soviético A. D. Slónim, los complejos movimientos de succión que hace el animal recién nacido están motivados de hecho por diferentes señales que reflejan las condiciones biológicas de su existencia: en el cachorro los movimientos de succión son motivados por la suave lana (principal indicio de la madre lactante), y en el corderillo, por el oscurecimiento de la sombra (reflejo del acto biológico según el cual el corderillo que empieza a mamar se coloca ante todo bajo la oveja y mama echando la cabeza hacia atrás). Esa condicionalidad ecológica de las reacciones selectivas es característica para muchos animales y depende más del modo de existencia de los mismos que de la clase zoológica a que pertenecen.

Así, pues, el pato doméstico (que se alimenta de vegetales) es indiferente a los olores pútridos, pero reacciona sutilmente a los vegetales; mientras que el azor, que se alimenta de carroña, reacciona en seguida a los olores pútridos y permanece indiferente ante los vegetales.

Es característico que las peculiaridades ecológicas se reflejan también en aspectos más complejos de la con-

ducta del animal. Es bien notorio que a la vista de la comida el perro empieza a segregar saliva. Sin embargo, es menos conocido, que ese mismo fenómen ofrena la secreción y retiene la saliva en la raposa, que previamente ha de conseguir su alimento cazando.

Todos estos ejemplos muestran que las formas esenciales del comportamiento natural ejecutado por los dispositivos de las zonas superiores del encéfalo, guardan estrechísima relación con los innatos programas de conducta que se forman en el proceso de la evolución bajo el influjo de las condiciones de existencia (ecología) de los animales.

Sobre los mecanismos descritos se alza el aparato del nivel correlativo y superior del sistema nervioso: los hemisferios; en particular, de la nueva corteza cerebral, cuyo peso —según muestran los datos que siguen— empieza a ocupar un lugar cada vez mayor con relación al peso total del cuerpo.

ballena	*león*	*perro*	*mono*	*hombre*
1/10.000	1/540	1/250	1/100	1/40

En el proceso de la evolución de los vertebrados superiores, los hemisferios del cerebro empiezan a adquirir no ya un notable peso relativo, sino que obtienen importancia cardinal. Si bien en los mamíferos inferiores el córtex no ejerce aún el papel rector y la regulación de los procesos de comportamiento puede efectuarse con éxito incluso en el caso de su destrucción, en los mamíferos superiores la función rectora del mismo gana fuerza y los procesos más o menos complicados de la conducta ya no pueden ejecutarse al ser aquél destruido.

Hechos indicativos de la gran dependencia de las funciones respecto a la corteza cerebral, dicho en otros términos, de la *corticalización progresiva de las funciones*,

puede verse en los resultados de las observaciones efectuadas por el investigador alemán Schaffer, demostrativos de los procesos de percepción y movimiento que pueden subsistir en las diversas etapas de la evolución de los mamíferos una vez extraída la corteza.

En el cuadro sinóptico adjunto citamos los datos de dichas observaciones.

Influjo de la extirpación de la corteza cerebral sobre los procesos visuales y motrices en los estadios sucesivos de la evolución (según Schaffer)

Funciones visuales	*Funciones motrices*
Ave, luego de extirpársele la corteza de los hemisferios continúa viendo y posándose en el espacio establecido.	*Ave*, luego de extirpársele la corteza de los hemisferios sigue volando y conserva intactos los movimientos.
Rata, luego de extirpársele la corteza de los hemisferios deja de distinguir las formas, y reacciona solamente a la luz.	*Gato*, tras extirpársele los sectores correspondientes de los hemisferios rehabilita los movimientos a las pocas horas.
Mono, tras extirpársele los sectores correspondientes de los hemisferios queda ciego.	*Perro*, luego de extirparle las zonas correspondientes de la corteza de los hemisferios, puede mantenerse en pie a las 24 horas, mas se disocian los movimientos independientes.
	Mono, luego de efectuarse la extirpación de los sectores correspondientes de los hemisferios, puede mantenerse de pie sólo con ayuda.

Todo ello indica que los hemisferios no sólo empiezan a ocupar un notable lugar con relación al resto del encéfalo, sino que desempeñan el papel rector en la regulación de las formas complejas del comportamiento del animal.

La función principal de los hemisferios y de su componente esencial, la corteza cerebral, radica en su calidad de aparato que no sólo capta señales y pone en marcha los genéricos programas establecidos de conducta, sino que además permite *analizar la información que llega del medio exterior, orientarse en sus alteraciones, establecer nuevas conexiones y formar nuevos programas de comportamiento, individualmente variables, en consonancia con dichas alteraciones.*

A esta nueva misión responde la estructura de la corteza de los hemisferios cerebrales, cuyo espesor consta de un número enorme de células (neuronas) nerviosas aisladas, dispuestas en seis capas fundamentales, la cuarta de las cuales está relacionada con las terminales de las fibras que transmiten la excitación de los órganos de los sentidos y de las superficies corporales receptoras, y su conexión con otras neuronas. La quinta capa es el lugar desde el que los impulsos motrices se dirigen a los músculos; y, por último, el grupo final de capas (segunda y tercera) concentra un número ingente de neuronas que reelaboran (recodifican) los impulsos que llegan a la corteza cerebral y cierran las nuevas conexiones que aseguran la formación de los nuevos programas de comportamiento, individualmente variables (en el capítulo IV daremos una descripción pormenorizada de la estructura cortical de los hemisferios).

Una peculiaridad característica de la corteza de los hemisferios radica en que sus diversas zonas están ocupadas con la proyección de los distintos órganos de los sentidos (olfato, vista, oído, sensibilidad táctil y muscular-articular). También aquí se manifiesta el principio ecológico de estructuración y funcionamiento del aparato nervioso central, y cuanto mayor alcance tiene uno u otro tipo de sensibilidad en la vida del animal, tanto más importante es su lugar en la corteza cerebral.

Por ejemplo, en la corteza cerebral de un erizo (animal que se orienta de modo preferente por el olfato) las secciones olfativas del cerebro ocupan casi un tercio de los hemisferios, mientras que dichas secciones están acusadamente reducidas en el cerebro del hombre.

En los simios el puesto rector corresponde a la orientación con respecto al entorno, por eso las secciones visuales de la corteza ocupan un señalado lugar, mientras que en el perro (animal esencialmente olfativo) ocupan mucho menos sitio las zonas correspondientes de los hemisferios.

Lo mismo cabe decir en cuanto al lugar relativo que las proyecciones de los órganos corporales tienen en la corteza cerebral. Según demostraron los experimentos del fisiólogo inglés Adrian, recurriendo a una metodología electrofisiológica especial, el ámbito que ocupa la proyección de una cadera en el cerebro de un puerco es muy pequeño, mientras que la proyección del hocico del mismo (el órgano táctil, olfatorio, etc., más importante con que cuenta dicho animal) ocupa zonas muy extensas y desproporcionadas con respecto a las dimensiones de aquél. Es característico que ese mismo lugar desproporcionadamente grande ocupa en los hemisferios de la oveja la proyección de los morros, órgano principal de orientación. Todo ello demuestra que la corteza de los hemisferios del cerebro, de vigoroso desarrollo en las etapas ulteriores de evolución de los vertebrados superiores, se forma bajo el influjo directo de las condiciones ecológicas y eso la convierte, pues, en el aparato fundamental, que asegura las más complejas formas de análisis y síntesis de la información que llega del entorno y el principal órgano regulador del variable comportamiento individual.

Si bien los mecanismos de los programas congénitos (instintivos) se reducían a que algún simple estímulo —destacado en el proceso de evolución de la especie— pusiera en marcha los complejos programas de conducta formados en el proceso evolutivo; en cambio, los mecanismos del comportamiento individual variable, realizable mediante la intervención de la corteza cerebral, son mucho más complejos. Consisten en que como resultado de la orientación activa del animal en las condiciones del medio ambiente, uno de los estímulos —de importancia substancial y que señala la aparición de condiciones vitalmente trascendentes (de alimentación, peligro)— empieza a destacarse del medio circundante, motiva el cierre de nuevas conexiones y el surgimiento de nuevos programas de conducta, con ayuda de los cuales el animal consigue el objetivo necesario o evita un peligro inminente.

Los mecanismos fisiológicos que motivan el surgimiento de nuevas formas de conducta, individualmente variable, han sido estudiados en detalle por la escuela de I. P. Pávlov y constituyen el contenido de la doctrina sobre las *conexiones temporales y los reflejos condicionados*.

Tiene interés, sin embargo, la descripción de las condiciones en las que surgen las nuevas formas —individualmente variables— de comportamiento adaptativo del animal y las etapas que ellas atraviesan en su integración.

Las condiciones y las etapas de surgimiento de las nuevas formas de conducta, individualmente variables, han sido estudiadas en detalle por gran número de investigadores, mas se dedicó especial atención a cómo el animal consigue el objetivo necesario y a los caminos por los que en él vienen a elaborarse los inexcusables modos de comportamiento.

Para resolver estos problemas los investigadores utilizaron métodos que han obtenido el nombre de «elaboración de hábitos» o bien «de reflejos operativos o instrumentales condicionados». A tales efectos se colocaba al animal en una jaula especial (denominada cajón del problema) y el cebo (alimento) lo separaban del mismo mediante un obstáculo (verbigracia, una puerta cerrada con picaporte). El animal tenía que apretar un pedal o alzar con la pata el picaporte, la puerta se abría y el objetivo estaba logrado.

Otro método para indagar cómo surgen las nuevas formas de conducta, individualmente variables, es soltar al animal en un complicado laberinto al final del cual le espera el cebo (objetivo). El investigador observaba cómo el animal iba sorteando gradualmente los caminos desacertados y hallaba la ruta necesaria hacia el objetivo.

La diferencia esencial de los experimentos formativos de hábitos complejos o de «reflejos instrumentales condicionados», y el método empleado por I. P. Pávlov «de reflejos clásicos condicionados» consistía en que el acierto o desacierto del animal dependía aquí de las *operaciones activas del mismo*, en otros términos, del carácter de los intentos hechos por el animal. Aunque el método con que se estudiaba la elaboración de las nuevas formas —individualmente variables— del animal desmerecía con respecto al método de «reflejos clásicos condicionados» en cuanto al rigor fisiológico y no daba las mismas posibilidades de indagación fisiológica de los procesos nerviosos (su irradiación y concentración, inducción recíproca) que el método de I. P. Pávlov, aventajaba en el estudio de los modos concretos de comportamiento que el animal empleaba para resolver los problemas que se le iban planteando, y daba la posibilidad de observar las etapas principales que seguía la formación de las nuevas acciones adaptativas, correspondientes a las nuevas condi-

ciones. El proceso elaborador de las nuevas formas de comportamiento, individualmente variables, que entrañaban la solución de los problemas planteados ante el animal, se explicaba de manera dispar por los diferentes investigadores. Unos lo hacían desde posiciones mecanicistas (compartidas por los relevantes investigadores norteamericanos Thorndike, Watson y muchos representantes del llamado «conductismo» o ciencia norteamericana del comportamiento), estimando que las nuevas formas de conducta que llevan al animal al logro del objetivo surgen en un proceso de errores y pruebas desordenadas; en el curso de éste, uno de los movimientos del animal hacía que casualmente se abriese la portezuela, y el animal obtuviera la comida. En lo sucesivo, al afianzarse por el éxito los movimientos ocasionalmente producidos y efectuarse la reiterada repetición de los mismos, iban desapareciendo los movimientos inadecuados y afirmándose los que tenían éxito.

Esta explicación del proceso elaborador de las nuevas formas de comportamiento, mediante la consolidación de movimientos acertados casualmente hechos, aclaraba bien el afianzamiento de los mismos, pero dejaba sin análisis el proceso mismo del que habían surgido.

Otro grupo de autores mantenía posiciones muy distintas, tratando de investigar las reglas a través de las cuales maduraba en el animal la búsqueda de soluciones y que conducía al surgimiento de exitosos métodos resolutivos de los problemas planteados ante el animal.

Este grupo de investigadores (al que pertenecen los psicólogos norteamericanos Tolman y Kretsch, el fisiólogo soviético V. P. Protopópov y otros) partía de la tesis de que los movimientos que hace el animal, tratando de resolver el problema, no son de índole casual ni caótica, sino que surgen en el *proceso de una enérgica actividad orientadora*, en la que el animal intenta alcanzar el objetivo y analiza la situación, y elige el sentido de los movimientos que concuerda con la posición del objetivo. Esta situación del «problema» (que dichos psicólogos entienden como objetivo planteado en determinadas condiciones) —o bien como ecuación «estímulo-obstáculo»— conduce a que los intentos del animal, guiados por el objetivo, vayan restringiéndose, y en aquél surgen gradualmente las reacciones motrices necesarias y adecuadas al objetivo, y que más adelante se afianzan.

La superioridad de esta teoría radica en que trata de explicar el surgimiento de las adecuadas formas resolutivas o del «hábito» mediante el análisis dinámico de la situación y rechaza el supuesto de que los movimientos necesarios surgen «casualmente».

Ese hecho de que a veces programas bastante complejos de comportamiento del animal que intenta alcanzar el objetivo, se elaboran no por casualidad, sino que cristalizan en el proceso de orientación activa en las nuevas condiciones y se guían por ella y su análisis en la situación creada, vienen a confirmarse mediante las observaciones efectuadas por investigadores norteamericanos.

Uno de esos hechos quedó establecido durante el análisis minucioso de cómo el animal (rata) elabora el hábito que le permite hallar la vía necesaria en las condiciones de un complicado laberinto.

Según ha demostrado el investigador estadounidense Deschnalle, las pruebas que realiza el animal colocado en un laberinto no son casuales, por lo común van siempre en el sentido general de la meta: por eso cuando aquél se ha orientado aunque sólo sea una vez en el laberinto, crea un *sistema general de marcación* dentro del cual corre, y arriba con mucha mayor frecuencia a los callejones del laberinto situados en la dirección del camino dado que a los ubicados en la dirección contraria al esquema de movimiento.

Así pues, puede verse gráficamente que los movimientos del animal en el laberinto no son de índole casual, sino que se subordinan a una marcación que otro investigador estadounidense, Kretsch, caracteriza como surgimiento de la «hipótesis motriz», que orienta el sentido general de los intentos que hacen las ratas mientras toma cuerpo su «hábito» laberíntico. Una confirmación de que los intentos que hace el animal durante la elaboración de los nuevos programas de comportamiento no son fortuitos, sino que son resultado de la orientación activa del animal en las condiciones del medio, la tenemos en los experimentos con el denominado «aprendizaje» latente».

En dichos experimentos se compara la celeridad con que adquieren el hábito los animales que se colocan de súbito en el laberinto sin otra finalidad que la de cruzarlo, y la de un segundo grupo de animales a los que se permite sencillamente corretear por el mismo y, de tal modo, se les da la posibilidad de orientarse previamente en las condiciones del laberinto.

Como han demostrado los mencionados experimentos, realizados por investigadores norteamericanos, el segundo grupo de animales elaboraba el hábito necesario con mucha mayor rapidez que el primero. Es característico que el nivel de elaboración del hábito acertado alcanzaba cotas sobre todo altas cuando al animal se le permitía orientarse *activamente* en las condiciones del laberinto. Un experimento análogo fue montado por el investigador estadounidense Hallde, quien permitió al animal moverse libremente por el cajón de la prueba, mientras que otro animal observaba pasivamente el interior del cajón desde un cochecito arrastrado por el primer animal. También en este caso, el primer animal, que se había orientado de modo activo en la situación, elaboraba el hábito motriz con mucha mayor rapidez que el segundo. Este hecho demuestra el papel que desempeña en la elaboración del nuevo programa de acciones la orientación previa del animal en cuanto a las condiciones de la prueba.

El complejo y dinámico carácter del hábito motriz elaborado, que no es una simple cadena de movimientos mecánicamente asimilados, se confirma —por último— mediante una serie especial de pruebas demostrativas de que ese «hábito» recién elaborado puede conservarse hasta en los casos en que su ejecución requiere un surtido de movimientos enteramente nuevo.

Una de esas investigaciones pertenece al científico norteamericano Hanter. El experimento comenzó porque la rata adquiriese el hábito de encontrar el camino necesario en el laberinto. Una vez adquirido el hábito, se desconectaba parte del laberinto, colocando en su lugar una piscina con agua. En este caso la rata tenía que *atravesar a nado* la piscina, es decir, efectuar movimientos completamente nuevos, mas ello no entrañaba la desaparición del hábito adquirido.

Hechos análogos obtuvo el investigador estadounidense Leslie por otra vía. Una vez que la rata hubo adquirido el hábito de hallar el camino en el laberinto, procedió a destruir su cerebelo. Como resultado de esta operación, la rata perdió el equilibrio y se alteraron todos los movimientos anteriores. Sin embargo, avanzaba rodando (o sea, con ayuda de movimientos absolutamente nuevos), des-

plazándose así en la dirección necesaria hasta alcanzar el objetivo.

Todo ello indica que los programas motrices elaborables en circunstancias de índole especial no son en modo alguno una serie mecánica de reflejos, sino más bien *complicados esquemas dinámicos* que cristalizan en el animal durante el proceso de su actividad orientadora.

Dos particularidades son características para la elaboración de esas nuevas formas de actividad adaptativa en los vertebrados.

Una de ellas consiste en que el proceso de orientación o búsqueda es inseparable de los movimientos activos y el hallazgo de la solución necesaria no precede aquí al cumplimiento del programa motriz, sino que se forma en el proceso de las pruebas motoras.

La segunda peculiaridad radica en que el carácter de las acciones orientadoras del animal y el de las nuevas formas de comportamiento elaboradas depende en sumo grado de las formas naturales de conducta, instituidas en estrecha conexión con la singularidad de la vida (ecología) del animal. Entre los herbívoros, y sobre todo en los animales que consumen alimentos preparados (verbigracia, la gallina, la oveja, la vaca), la actividad orientadora tiene un carácter pasivo y limitado, predominan los programas naturales de comportamiento, y la elaboración de nuevas formas de actividad, individualmente variable, transcurre lentamente. Por el contrario, en los depredadores, que en las condiciones naturales han de buscarse el alimento y cazar a sus víctimas (las aves de rapiña, la zorra), la actividad orientadora transcurre en forma de enérgicas búsquedas, y los nuevos tipos de comportamiento, adecuados a la cambiante situación, se elaboran mucho más de prisa.

También es substancial que el carácter de las formas

elaboradas de nuevo comportamiento —individualmente variable— conserva en estos animales estrecha relación con las formas innatas («instintivas») de actividad o con los «reflejos naturales». Así, pues, al león marino, para el que el buceo y la persecución de la víctima integran los programas innatos de conducta, es sobre todo fácil enseñarle el malabarismo con la pelota o la captura de la misma. Al castor o al oso, que a menudo se mantienen de pie sobre las patas traseras, dejando libres las delanteras, cabe enseñarles ademanes que imitan el «lavado de la ropa», etc.

Esta íntima conexión de los programas innatos de comportamiento (o de los «reflejos naturales») con el proceso elaborador de las nuevas formas de actividad, individualmente variables, subsiste como característica de la conducta de los vertebrados en la etapa dada de desarrollo.

Conducta «inteligente» de los animales

Las formas descritas de surgimiento de una conducta individualmente variable no son, sin embargo, la frontera suprema de la evolución del comportamiento en el mundo animal.

Entre los vertebrados que figuran en la cúspide de la escuela evolutiva, particularmente entre los primates, surgen nuevas formas de conducta individualmente variable que con toda razón pueden denominarse, pues, como conducta «inteligente».

La singularidad del comportamiento «inteligente» de los animales consiste en que el proceso de orientación en las condiciones del problema no transcurre aquí en los marcos de las pruebas motrices, sino que comienza *a precederlas*, destacándose como forma de *actividad orientadora previa*, durante la cual empieza a elaborarse el

esquema (programa) resolutivo subsiguiente del problema, mientras que los movimientos devienen sólo como un eslabón ejecutivo en esta actividad estructuralmente compleja. Así pues, en las etapas superiores de la evolución empiezan a formarse tipos de comportamiento especialmente complejos, dotados de una *estructura de componente compleja* en la que figuran:

- una actividad orientadora-investigativa que conduce a la formación del esquema resolutivo del problema;
- el proceso formativo de los programas plásticamente variables de movimientos encauzados al logro del objetivo;
- la confrontación de los actos ejecutados con el propósito inicial.

Un aspecto genuino de la estructura de esta compleja actividad es su carácter *autorregulador:* éste cesa cuando la acción conduce al efecto necesario; pero cuando no sucede así, al cerebro del animal llegan las señales de «discordancia» entre los resultados de la acción y el propósito inicial, y comienzan de nuevo los intentos para resolver el problema. Este mecanismo «aceptor de la acción» (P. K. Anójin), o sea, de control dinámico de la misma, es un eslabón esencial y componente de toda conducta individualmente variable, pero se manifiesta con singular nitidez en la fase más compleja de la evolución del comportamiento: el comportamiento inteligente.

Dos fenómenos cardinales, cuyos gérmenes se pueden advertir ya en los niveles más tempranos de evolución de los vertebrados, preceden a la integración de esta elevada forma —la más alta— del proceder de los animales. El primero de ellos es el surgimiento de una forma especial de actividad orientadora, llamada «reflejo extrapolacional» por el investigador soviético L. V. Krushinski; el segundo está constituido por la presencia de formas de creciente complejidad en el desarrollo de la *memoria* de los animales.

En las observaciones efectuadas durante los últimos años por L. V. Krushinski se ha establecido que algunos animales revelan en su comportamiento la facultad de subordinarse no a la percepción directa del objeto, sino a seguir sus movimientos y orientarse en cuanto al desplazamiento que se espera del mismo. Es notorio que el perro, al atravesar una calle, no corre directamente a ponerse bajo el automóvil en marcha, sino que efectúa un zigzag, teniendo en cuenta el movimiento del vehículo y aun la velocidad que desarrolla. Este reflejo, que «extrapola» el movimiento observado y el desplazamiento evaluable, lo ha estudiado L. V. Krushinski en una serie de experimentos.

A tales efectos se colocaba al animal ante un tubo con una ruptura en el centro. A la vista del animal, y a un alambre que atravesaba el tubo, se sujetaba un cebo movible por el interior del mismo; cebo que aparecía ante los ojos del animal en la ruptura del tubo y seguía avanzando por dentro de éste hasta que aparecía en el otro extremo del mismo. El animal se situaba ante la ruptura del tubo y observaba el movimiento del cebo.

Estas observaciones demostraron que los animales encuadrados en un estadio inferior de la evolución, y, en especial, aquellos para los que era propia la mera recogida de alimentos ya preparados (la gallina, por ejemplo), reaccionaban directamente en el lugar donde aparecía el cebo, y no se apartaban de él. Por el contrario, los animales situados en un estadio más alto de la evolución, y, especialmente, los animales depredadores, que observan a la presa y la persiguen (el cuervo, el perro), seguían el movimiento del cebo y, «extrapolándolo», reco-

rrían el tubo y esperaban al cebo en el lugar de su aparición.

El «reflejo extrapolacional», dotado de singular forma «anticipadora» del comportamiento, es una de las fuentes principales para la integración de los tipos más elevados de la conducta «inteligente» individualmente variable de los vertebrados superiores.

Un segundo hecho, creador de condiciones esenciales para la formación del proceder «inteligente» de los vertebrados superiores, es la *creciente complejidad del proceso perceptivo y la gran estabilidad de la memoria* en las sucesivas etapas de la evolución de los animales.

Es notorio que, si bien los vertebrados inferiores reaccionan solo ante determinados *indicios* de los influjos que llegan del medio exterior, en cambio, los vertebrados superiores reaccionan más a conjuntos enteros de indicios o ante las *imágenes* de los objetos circundantes. Esta reacción de los animales ha sido estudiada en detalle por el fisiólogo y académico soviético I. S. Béritov, y constituye una premisa fundamental para la evolución de las más complejas formas del comportamiento.

A la vez que el proceso integrador de la percepción figurativa, en las etapas superiores de la evolución de los vertebrados se observa una creciente *estabilidad de la memoria figurativa*. Este hecho se estudió pormenorizadamente en los experimentos con las llamadas «reacciones diferidas» de los animales.

Numerosos investigadores, entre ellos varios norteamericanos, el psicólogo soviético N. Yu. Voitonis y el fisiólogo polaco Yu. Konorsky recurrieron a dichos experimentos. La esencia de los mismos consiste en lo siguiente:

Se colocaba al animal ante un cajón herméticamente cerrado en el que a la vista del mismo se había depositado un cebo. Amarrado a un poste, se le mantenía en esta posición durante cierto tiempo, desatándolo después. Cuando el animal retenía en la mente la huella del cebo depositado en el cajón, de inmediato corría hacia el mismo; si, por el contrario, había desaparecido la impresión, el animal no se acercaba al cajón.

En los experimentos de mayor complejidad, que se planteaban la misión de comprobar la nitidez de la impresión retenida por el animal, a hurtadillas se cambiaba por otro el cebo depositado en el cajón. Cuando en el animal subsistía la huella del primer cebo, al acercarse al cajón y encontrar otro cebo, lo cogía. Esto era indicio de que el animal retenía la imagen selectiva del cebo que había visto.

Otra prueba consistía en situar al animal entre dos cajones, en uno de los cuales a la vista del mismo se depositaba el cebo. Transcurrido algún tiempo se desataba al animal. Cuando éste conservaba la impresión del cebo depositado en uno de los cajones, corría hacia éste; por el contrario, si la huella se había borrado, no existía movimiento dirigido del animal.

Los experimentos con «reacciones diferidas» mostraron que la duración con que subsisten las imágenes correspondientes crece en los estadios sucesivos del desarrollo evolutivo de los vertebrados.

Duración con que las huellas suscitadas por un solo acto subsiste en la memoria figurativa de diversos animales

La rata conserva la impresión de la imagen durante		10-20 segundos
El perro	»	» 10 minutos
El mono	»	» 16-48 horas

Pues bien, la prolongada subsistencia de las imágenes en la memoria aumenta a medida que se hacen más complicadas las estructuras cerebrales y crea la segunda premisa fundamental para el surgimiento de las formas «inteligentes» de comportamiento del animal.

En los años 20 del siglo actual, el renombrado psicólogo alemán W. Köhler inició las investigaciones sistemáticas de la conducta «inteligente» de los animales superiores (monos). Para estudiar dicha forma de comportamiento, Köhler situó a los monos (chimpancés) en condiciones que hacían inasequible la consecución directa del objetivo y les obligaba a orientarse en las complejas circunstancias que rodeaban a éste, bien fuese aprovechando un *camino de rodeo* para obtener el cebo, o bien recurriendo para tal fin al empleo de herramientas especiales.

Describiremos tres situaciones típicas en las cuales Köhler efectuó sus investigaciones de la conducta «inteligente» del mono. La primera situación requería un «camino de rodeo». Se colocaba al simio en una gran jaula, y al lado se depositaba el cebo a distancia suficiente para que el mono no pudiese alcanzarla con la mano. Para lograr el objetivo el mono había de cesar en los intentos de conseguirlo directamente y usar un camino de rodeo a través de la puerta ubicada en la pared trasera de la jaula.

La segunda situación era similar a la que acabamos de describir, o sea: se colocaba al mono en una jaula cerrada que en esta ocasión tenía puertas. A distancia se ponía asimismo el cebo, y el simio no podía alcanzarlo con la mano. Ahora bien, a diferencia de la primera situación, delante de la jaula y a la distancia del brazo extendido yacía un palo.

El mono podía conseguir el cebo estirándose hasta el palo y luego, con ayuda de éste, alcanzar el objetivo. En los experimentos de mayor complejidad el cebo se situaba más lejos aún, mas en el campo de visión del mono yacían dos palos: uno corto, al alcance de la mano, y otro largo, algo más distante. La solución del problema radicaba en que el mono había de ejecutar un programa de conducta más complicado. Primero había de estirarse hasta el palo corto, el más cercano, y luego —con auxilio de éste— alcanzar el palo largo, situado más lejos, y sirviéndose ahora de éste conseguir el cebo. Por último, en la tercera variante de las pruebas, el cebo se colgaba de modo que el simio no pudiese alcanzarlo directamente. Pero en aquel mismo espacio había unos cajones desparramados; el mono tenía que arrastrar los cajones hacia el cebo, colocarlos uno sobre otro y, encaramándose en ellos, conseguir el cebo.

Las indagaciones realizadas por W. Köhler le permitieron observar el siguiente cuadro. De inicio el mono trataba en vano de llegar directamente al cebo, estirándose hacia él o saltando. Estos infructuosos intentos podían continuar durante largo tiempo, hasta que el mono se agotaba y los dejaba. Luego empezaba el segundo período, en el que el simio permanecía inmóvil, sentado, y examinaba sin más la situación; para orientarse en ésta había pasado aquí de las pruebas motrices circunstanciadas al «campo visual» de la percepción, actuando con ayuda de los respectivos movimientos de ojos. Luego venía un momento decisivo, descrito por Köhler como brote repentino de «emoción». El mono, o bien se dirigía de pronto a la portezuela situada en la pared trasera de la jaula y «siguiendo el camino de rodeo» alcanzaba el

cebo, o bien dejaba de estirarse directamente hacia el mismo, acercaba el palo arrastrándolo y con su ayuda conseguía el cebo, o tiraba hacia sí de un palo, con el que alcanzaba el otro más largo y ya en posesión de éste lograba alcanzar el cebo; por último, en la situación postrera el mono suspendía todos los intentos de conseguir directamente el cebo, miraba en derredor, y luego tiraba en seguida de los cajones, los colocaba uno sobre otro y, encaramándose a ellos, conseguía el cebo. Lo característico de todos estos experimentos era que la solución del problema se desplazaba desde el período de las pruebas directas al período que había precedido al intento de observación, y los movimientos del simio se convertían en mero acto ejecutivo para hacer realidad el «plan resolutivo» elaborado de antemano.

Y justamente eso le sirvió de fundamento a Kohler para examinar la conducta del mono como un ejemplo de proceder «inteligente».

Si bien la descripción del proceder de los monos en los experimentos de Kohler es exhaustiva, en cambio la explicación de las vías por las cuales el animal llega a la solución «racional» del problema entraña mayor complejidad y el proceso se interpreta de modo desigual por distintos investigadores.

El notable psicólogo norteamericano Yerkes, que repitió la investigación de Kohler, estima posible relacionar estas formas de conducta del mono con el intelecto humano y las considera antropomórficamente como una expresión de «destello creativo».

K. Bühler, psicólogo austriaco, incorpora a la explicación de este comportamiento la experiencia anterior del animal y considera que el empleo de herramientas por los simios procede examinarlo como resultado de la *transferencia* de aquélla (a los monos que habitan en los árbo-

les les había ocurrido tener que acercarse los frutos tirando de las ramas).

El propio Kohler expresa el supuesto de que en el proceder «inteligente» de los monos el análisis de la situación se desplaza desde la esfera de los movimientos al plan de percepción; y el mono, que examina la situación, acerca los objetos que la configuran en el «campo visual», conformándolos en determinadas «estructuras visuales». La subsiguiente solución del problema no es —a juicio de Kohler— más que la realización de las «estructuras visuales en movimientos reales». Y Kohler ve la confirmación de esta hipótesis en el hecho de que cuando el palo y el cebo (fruto) o los dos palos que el mono ha de alcanzar sucesivamente, están situados de tal modo que no entran en un mismo campo visual, en estos casos, el problema deviene insoluble para el mono.

Kohler trata de confirmar su hipótesis con experimentos en los que el simio tiene que *preparar* de antemano la herramienta que luego ha de utilizar para alcanzar el cebo, por ejemplo: el mono debe empalmar una caña de bambú con otra para que, una vez alargada, pueda llegar al fruto. Estos actos resultan mucho más difíciles para el mono y pueden ser ejecutados sólo en el caso de que los extremos de ambas cañas figuren en un campo visual notorio; esa coincidencia de ambas cañas en el mismo campo visual —a juicio de Kohler— puede conducir a la necesaria solución del problema.

La cuestión de los mecanismos que subyacen al comportamiento «inteligente» del mono no se puede considerar definitivamente resuelta; pues si bien unos investigadores lo contraponen a formas más elementales de conducta individualmente variable de los animales, otros (como I. P. Pávlov, que efectuó observaciones sobre la conducta de los simios, por ejemplo) estiman posible no contraponerlo a formas de conducta más simples y

examinan el proceder «inteligente» de los simios como una especie de «pensamiento manual», ejecutado en el proceso de pruebas y errores; y que adquiere una entidad más rica sólo en virtud de que las manos de los simios, libres de la función que conlleva la marcha, empiezan a ejecutar las más complicadas formas de actividad orientadora.

Límites de la conducta individualmente variable de los animales

Hemos visto que la conducta adaptativa individualmente variable de los vertebrados superiores puede alcanzar formas muy complejas. Y surge una pregunta natural: ¿cuáles son los rasgos característicos y los límites que el comportamiento de los animales no puede trasponer? El análisis de la conducta animal permite señalar tres rasgos fundamentales.

El primero de ellos consiste en que todo comportamiento animal individualmente variable, incluso el más complejo, *mantiene su conexión con las motivaciones biológicas* y no puede rebasar los límites de éstas. A todo comportamiento del animal subyacen las inclinaciones o necesidades biológicas (necesidad de alimento, autoconservación o menester sexual). Sólo en las etapas superiores de la evolución se une a ello la necesidad de orientación en el medio circundante, a la que I. P. Pávlov denomina reflejo orientador, muy desarrollada entre los monos. Ninguna actividad que no esté relacionada con alguna de esas necesidades biológicas es posible para el animal, por lo que el comportamiento del mismo se puede estimar con toda razón como cortico-subcortical.

La segunda peculiaridad que caracteriza la conducta de todo animal radica en que ésta viene siempre determinada *por estímulos directamente perceptibles* («el campo exterior») o *huellas de la experiencia anterior* y no puede transcurrir abstrayéndose de ellos, máxime entrando en conflicto con los mismos.

Esta tesis ha sido bien ilustrada por una conocida investigación del psicólogo holandés Buytendijk y que posee cardinal trascendencia.

Buytendijk situaba delante del animal una hilera de cajones en los que se podía colocar el cebo. En el primer experimento, a la vista del animal, puso el cebo en el *primer* cajón, y permitió que el animal lo cogiese. En el segundo experimento (también a la vista del animal) trasladó el cebo al *segundo;* luego, al *tercer* cajón. Y en las pruebas sucesivas (ahora ya a hurtadillas del animal) empezó a trasladar el cebo de *cada cajón al siguiente,* en forma consecutiva, y cada vez se le dejaba al animal correr libremente hacia el cajón donde suponía que hallaría el cebo.

La investigación demostró que el animal corre siempre hacia el cajón en que a su vista se colocó el cebo, o bien hacia aquel donde anteriormente vacía. *Ningún animal puede asimilar el principio abstracto de «traslado sucesivo» ni correrá nunca hacia el cajón siguiente* en el que aun no había estado el cebo, pero en el que cabe esperarlo con facilidad, si se tiene en cuenta el principio abstracto.

El comportamiento del animal se guía siempre por la *experiencia directa o precedente,* y jamás puede frenar la reacción basada en un lugar afianzado con anterioridad y encaminarla hacia uno que aún no lo haya sido. El experimento de Buytendijk, realizado con animales de distintos grupos, indica que el animal —según expresión de W. Köhler— es «esclavo de su campo visual» o «esclavo de su experiencia anterior», y que su conducta jamás se libera de estos influjos directos, no se orienta haciendo

abstracción de los mismos, en otros términos, no llega a ser libre.

La tercera singularidad del comportamiento del animal consiste en el *carácter limitado de las fuentes* de dicho comportamiento.

Fuente de la conducta de un animal pueden ser bien los programas engendrados por su *experiencia genérica* y que se transmiten en los códigos hereditarios (conducta «instintiva»), o bien los formados en la *experiencia directa del individuo dado* (comportamiento individualmente variable o reflejo-condicionado). El animal no cuenta con ninguna posibilidad de asimilar la experiencia ajena ni tampoco la de transmitir a otros la asimilada por un individuo, máxime si se trata de la experiencia acumulada por varias generaciones. Los fenómenos que suelen describirse como «imitación» ocupan un lugar relativamente reducido en el proceso formativo de la conducta de los animales y son más bien un aspecto de la transmisión práctica directa de su propia experiencia, que la transferencia de la información acumulada en la historia de varias generaciones y algo que recuerde la asimilación de la experiencia material o espiritual de las generaciones pasadas, lo que es característico para la historia social del hombre.

Esos tres rasgos constituyen, pues, las singularidades fundamentales de todo comportamiento del animal y lo distinguen radicalmente de la actividad consciente del hombre.

III. LA ACTIVIDAD CONSCIENTE DEL HOMBRE Y SUS RAICES SOCIO-HISTORICAS

Principios generales

Por sus peculiaridades fundamentales, la actividad consciente del hombre se distingue radicalmente del comportamiento individualmente variable de los animales.

Las diferencias de la actividad consciente del hombre se condensan en tres rasgos fundamentales, diametralmente opuestos a aquellos con los que acabamos de caracterizar la conducta del animal.

La primera de esas particularidades consiste en que la actividad consciente del hombre no *está forzosamente relacionada con motivaciones biológicas.* Es más, la inmensa mayoría de nuestros actos no tiene como base inclinaciones o necesidades biológicas de ninguna índole. Como regla, la actividad del hombre se guía por complejos imperativos que a menudo llaman «superiores» o «espirituales». Entre ellos figuran las necesidades cognoscitivas, que impulsan al hombre a la adquisición de nuevos conocimientos; la necesidad de comunicación; la nece-

sidad de ser útil a la sociedad y ocupar en [illegible] nada posición, y así sucesivamente

A menudo nos topamos con situaciones [illegible] la actividad consciente del hombre no [illegible] bordinarse a los influjos y necesidades biológicas, sino que entra en conflicto con ellos y hasta los reprime. Son [illegible] de heroísmo, en los que el hombre, movido por las elevadas motivaciones del patriotismo, cubre con su cuerpo los cañones de las armas y se lanza bajo un tanque y perece, hechos ejemplares de la independencia del comportamiento humano con respecto a las motivaciones biológicas.

Formas similares de conducta «desinteresada», a las que no subyacen motivos biológicos, no existen entre los animales.

El segundo rasgo distintivo de la actividad consciente del hombre radica en que —a diferencia del comportamiento del animal— ella no está determinada en absoluto ni forzosamente por impresiones vivas recibidas del entorno o por las pautas de la experiencia individual directa.

Sabemos que el hombre puede reflejar las condiciones del medio con una profundidad incomparablemente mayor que el animal. El puede abstraerse de la impresión directa, penetrar en los profundos nexos y relaciones de las cosas, conocer la dependencia causal de los acontecimientos y, una vez desentrañados éstos, orientarse no a las impresiones externas, sino a regularidades más profundas. Así, pues, al salir en un día claro de otoño a dar un paseo, el hombre puede llevar consigo el impermeable, pues sabe que la estación otoñal es inestable. Aquí se supedita al hondo conocimiento de las leyes de la naturaleza, y en modo alguno a la impresión directa que le causa el tiempo, claro y soleado. Cuando el hombre sabe que el agua de un pozo está envenenada, jamás beberá de ella, aunque sufra ardiente sed; en este caso

[illegible] al fijar su comportamiento no por la impresión [illegible] del agua que le atrae, sino por un [illegible] más [illegible] de la situación en que él se encuentra.

La actividad consciente del hombre puede guiarse no por la impresión directa de la situación externa, sino por un conocimiento más profundo de las leyes intrínsecas que hay tras ella; de ahí que haya todas las razones para decir que la conducta del hombre basada en el conocimiento de la necesidad *es libre*.

Finalmente, hay una tercera peculiaridad que distingue la actividad consciente del hombre respecto al comportamiento del animal. A diferencia del animal, cuyo proceder tiene sólo dos fuentes: 1) los programas hereditarios de comportamiento inherentes al genotipo, y 2) los resultados de la experiencia individual, particular; la actividad consciente del hombre tiene además una tercera fuente: una inmensa proporción de los conocimientos y de las artes del hombre se forma por vía de *asimilación de la experiencia del género humano*, acumulada en el proceso de la historia social y que se transmite en el proceso de la enseñanza.

Ya desde su nacimiento, el niño conforma su proceder bajo el influjo de cosas que han ido formándose a lo largo de la historia: se sienta a la mesa, come con cuchara, bebe de una taza, y luego corta el pan con un cuchillo. Asimila los hábitos que fueron creándose en el transcurso de la historia social durante milenios. A través del habla le transmiten los conocimientos más elementales, y después, con ayuda del lenguaje, aprende en la escuela las más trascendentales adquisiciones de la humanidad. La inmensa mayoría de los conocimientos, artes y modos de comportamiento de que dispone el hombre no son el resultado de su propia experiencia, sino que se adquieren mediante la asimilación de la experiencia socio-histórica de las generaciones. Este rasgo distingue radicalmente

la actividad consciente del hombre frente al comportamiento del animal.

¿Cómo explicarse las singularidades de la actividad consciente del hombre que acabamos de enumerar? Hace ya tiempo que esta pregunta atrajo la atención de la filosofía y la psicología.

En la historia de la filosofía y de la ciencia cabe distinguir dos vías de solución de este problema enteramente distintas.

Una de ellas, típica para la filosofía *idealista*, arrancaba de las posiciones del *dualismo*. La tesis cardinal de esta tendencia implicaba no ya el reconocimiento de las radicales diferencias de principio existentes entre la conducta de los animales y la conciencia del hombre, sino también en el intento de explicar esas diferencias señalando que la conciencia del hombre ha de considerarse como expresión de un singular principio espiritual, del que carecen los animales.

La tesis de que al animal hay que considerarlo como una máquina compleja, cuyo comportamiento sigue las leyes de la mecánica, y al hombre como a posesor del principio espiritual y el libre albedrío, fue enunciada en su tiempo por Descartes, y repetida luego sin modificaciones importantes por la filosofía idealista. Es fácil advertir que señalando la diferencia de principio existente entre la conducta del animal y la actividad consciente del hombre, dicha tendencia no da explicación científica alguna de los hechos mencionados.

Una segunda vía de solución del problema sobre la originalidad de la actividad consciente es característica del positivismo científico-natural. Según esta teoría, la actividad consciente del hombre es el resultado directo de la evolución del mundo animal, y todos los elementos de la conciencia humana se pueden observar ya en los animales. El primer científico que formuló dichos principios fue Carlos Darwin, quien en varios de sus trabajos trató de demostrar que en los animales aparecen ya a título embrionario todas las formas de la actividad racional inherente al hombre, y que no existen fronteras precisas y de principio entre el comportamiento de los animales y la actividad consciente del hombre.

El enfoque científico-natural, que intentaba seguir una línea única de desarrollo de la conciencia desde los animales hasta el hombre, desempeñó su rol positivo en la lucha con las concepciones precientíficas dualistas. Mas la afirmación de que en los animales se tiene en germen todas las formas de la vida consciente del hombre, la interpretación antropomórfica del «raciocinio» y de los «sentimientos» de los animales, y el no querer reconocer las diferencias de principio entre la conducta de los animales y la actividad consciente del hombre, seguían siendo un lado débil del positivismo científico-natural. La pregunta sobre el origen de las peculiaridades inherentes a la actividad consciente del hombre, más arriba señaladas, continuaba sin respuesta.

La psicología científica, elaborada en la Unión Soviética y asentada en los principios del marxismo, enfoca el problema del origen de la actividad consciente del hombre desde posiciones enteramente distintas.

Sabemos que toda actividad psíquica de los animales, creadora de la base para orientarse en el medio circundante, toma cuerpo en las condiciones inherentes a las formas de vida que son características para la especie dada de animales.

Sabemos que toda actividad psíquica de los animales, creadora de la base para orientarse en el medio circundante, toma cuerpo en las condiciones inherentes a las formas de vida que son características para la especie dada de animales.

Pues bien, ¿qué es lo característico para las formas

de vida que distinguen la actividad consciente del hombre respecto al comportamiento de los animales y en las que es necesario buscar las condiciones formativas de esa actividad consciente?

Las peculiaridades de la forma superior de vida, genuina y exclusiva del hombre, hay que buscarlas en la *conformación socio-histórica de la actividad vital*, relacionada con el trabajo social, el uso de herramientas y la aparición del lenguaje. Esas formas de vida no existen entre los animales, y el tránsito de la historia natural del animal a la historia social de la humanidad entraña un salto tan importante como la transición de la materia inanimada a la animada o de la vida vegetal a la animal. *Por eso, las raíces del surgimiento de la conciencia del hombre hay que buscarlas no en las singularidades «del alma», ni tampoco en las reconditeces de su organismo, sino en las condiciones sociales de vida históricamente formadas.*

Esas condiciones precisamente hacen que con el paso a la historia social cambie de modo radical la estructura del comportamiento. A la par con las motivaciones biológicas de la conducta surgen motivaciones y necesidades superiores («espirituales»), al lado de la conducta dependiente de la percepción directa del medio. Surgen las formas superiores del comportamiento, basadas en la abstracción respecto a los influjos directos del medio ambiente, y, junto a las dos fuentes de la conducta —los programas de comportamiento hereditariamente consolidados y el influjo de la experiencia anterior del propio individuo—, brota una tercera fuente generadora de actividad: la transmisión y asimilación de la experiencia del género humano.

Detengámonos a examinar con mayor detalle las raíces socio-históricas de la compleja actividad consciente del hombre.

La ciencia histórica destaca dos factores yacentes en los orígenes de la transición desde la historia natural de los animales hasta la historia social del hombre. Uno de ellos es *el trabajo social y el uso de herramientas*; el otro, la aparición del *lenguaje*.

Veamos el papel que ambos factores desempeñan en la reestructuración radical de las formas de actividad psíquica y en el surgimiento de la conciencia.

Es notorio que, a diferencia del animal, el hombre no sólo emplea, sino que también fabrica herramientas. Los restos de las mismas que se refieren a la más remota época de la historia humana muestran que, si bien las más primitivas herramientas no son más que simples fragmentos de piedra sin pulimentar, ya en la etapa subsiguiente aparecen en cambio herramientas (raspadores, flechas) especialmente fabricadas por el hombre. En ellas se puede distinguir tanto una parte aguzada, con ayuda de la cual el hombre primitivo podía desollar al animal muerto o cortar trozos de madera, como otra redondeada —el «núcleo»— y dispuesta para ser empuñada cómodamente. Claro está que una herramienta así requería manufactura especial, la que se ejecutaba —al parecer— bien por cualesquiera miembros del grupo primitivo, o bien por la mujer, que permanecía en el hogar cuando el marido salía de caza.

La fabricación de herramientas (que en ocasiones presuponía asimismo la división natural del trabajo) hizo cambiar de por sí radicalmente la actividad del hombre primitivo, diferenciándola del comportamiento de los animales. El trabajo de hacer las herramientas ya no es una simple actividad determinable por motivaciones biológicas directas (la necesidad de alimento). De por sí mismo, el labrado de la piedra es una actividad carente de sentido

y sin justificación biológica de ninguna índole; adquiere sentido sólo en virtud del empleo ulterior de la herramienta en la caza, dicho en otros términos, a la par con el conocimiento de la operación a ejecutar requiere también el del uso futuro de la herramienta. Esta circunstancia fundamental, que surge durante la fabricación de las herramientas, puede valorarse como el primer brote de la conciencia, o bien —con otras palabras— como *la primera forma de actividad consciente.*

Esa actividad manufacturera, productora de herramientas, conlleva una *reestructuración cardinal de todo el sistema de comportamiento.*

La conducta del animal había estado siempre *guiada de inmediato por la satisfacción de una necesidad.* A diferencia de ello, en el hombre que produce herramientas *la conducta adquiere un carácter organizado complejo: de la actividad* orientada a la satisfacción directa de una necesidad se destaca *un acto* especial, que alcanza su sentido sólo más adelante, cuando el resultado de dicho acto (la fabricación de la herramienta) sea utilizado para matar a una presa y satisfacer así la necesidad de alimentos. *Este hecho de separar de la actividad general un «acto» especial, que no está guiado por una motivación biológica directa y que obtiene su sentido únicamente en el empleo ulterior de los resultados del mismo,* constituye una modificación esencial en la estructura general del comportamiento y que surge en el tránsito de la historia natural del animal a la historia social del hombre. Es fácil advertir que, a medida que se hacen más complejas la sociedad y las formas de producción, los actos no guiados por motivaciones directamente biológicas empiezan a ocupar un lugar cada vez mayor en la actividad consciente del hombre.

Pero el hecho de llegar a ser más complejo el sistema de actividad al efectuarse el tránsito a la historia social

del hombre no se limita únicamente a la reestructuración señalada.

La fabricación de herramientas requiere el empleo de diversos métodos y procedimientos (la pulimentación de una piedra con ayuda de otra, el frotamiento de dos trozos de madera para obtener el fuego), o sea, el desgaje de una serie de *operaciones* auxiliares, lo que hace aún más compleja la estructura de la actividad.

Así pues, el hecho de separar de la actividad biológica general *«actos»* especiales, ninguno de los cuales viene determinado por motivaciones biológicas directas, sino que está guiado por un *objetivo consciente* y que sólo adquiere su sentido mediante la correlación de dicho acto con el resultado final, así como la aparición de diversas *«operaciones» auxiliares* mediante las cuales se ejecuta ese mismo acto, constituye, pues, en sí una *reestructuración cardinal* del comportamiento y entraña la nueva estructura de la *actividad consciente del hombre*. La compleja organización de los «actos» conscientes que se destaca de la actividad general, hace que *surjan formas* de conducta que *no se guían por motivaciones directamente biológicas,* y a veces pueden contradecirlas incluso.

Un caso de esa índole tenemos, por ejemplo, en la caza de la sociedad primitiva, durante la cual un grupo de cazadores «ahuyenta» y *ojea* a la víctima que ha de capturarse, mientras un segundo grupo la espera en la emboscada; aquí diríase que las acciones del primer grupo contradicen las necesidades naturales de atrapar la caza y adquieren su sentido sólo en virtud de las acciones del segundo grupo, como resultado de las cuales la víctima cae en manos de los cazadores.

Se hace claro que *la actividad consciente del hombre no es fruto del desarrollo natural de facultades inherentes al organismo,* sino el resultado de formas socio-históricas nuevas de actividad laboral.

La segunda circunstancia que motiva la formación de la extremadamente compleja actividad consciente del hombre es el surgimiento del *lenguaje*.

Por lenguaje se entiende generalmente un *sistema de códigos* con *ayuda de los cuales se designan los objetos del mundo exterior, sus acciones, cualidades y relaciones entre los mismos*. Así, pues, el vocablo «silla» designa en el lenguaje un tipo de mueble; el vocablo «pan», un objeto que se come; mientras que las palabras «duerme» y «corre» denotan acciones; y los términos «ácido» y «llano», cualidades de las respectivas cosas; o las palabras «sobre», «bajo», «junto» y «por consecuencia», relaciones de diversa complejidad entre los objetos.

Lógicamente, las palabras asociadas en frases son los *medios de comunicación* principales con ayuda de los cuales el hombre guarda y transmite la información y asimila la experiencia acumulada por generaciones enteras de otros hombres.

Un lenguaje similar no existe entre los animales, y él aparece sólo durante el proceso de transición a la sociedad humana. El animal posee variados medios de *expresión de su estado*, los que son percibidos por otros seres y pueden ejercer una influencia substancial en el comportamiento de los mismos. Cuando el guía de una bandada de grullas advierte peligro lanza chillidos alarmantes, a los que la bandada reacciona vivamente. En la manada de simios cabe observar toda una gama de sonidos, que expresan contento, agresión, miedo ante el peligro, etc. Un complejísimo sistema de expresivos movimientos se puede observar en las llamadas «danzas» de las abejas, de carácter variable según la abeja regrese del campo con una afortunada recolección o sin ella, y también en dependencia del rumbo y la longitud del ca-

[illegible] se transmiten a otros individuos y pueden orientar de manera diversa el comportamiento de las abejas.

Pero el «lenguaje» de los animales *no designa nunca* objetos, ni tampoco destaca las acciones o cualidades de los mismos, y, por consiguiente, *no es lenguaje en el verdadero sentido de la palabra*.

El problema de cuál es la procedencia del lenguaje humano ha sido objeto de numerosas suposiciones y teorías.

Una de ellas consideraba el lenguaje como expresión de la vida espiritual y, siguiendo la Biblia, señalaban la «procedencia divina» del mismo. Teorías análogas se formulaban de manera velada, indicando que el lenguaje es una singular «forma simbólica de existencia», que distingue la vida espiritual frente a cualquier manifestación del mundo material.

Otras, siguiendo las tradiciones del positivismo científico-natural, trataban infructuosamente de inferir el lenguaje de la evolución del mundo animal e interpretaban los fenómenos arriba descritos de «comunicación» entre los animales como formas tempranas de desarrollo del lenguaje.

Sin embargo, la solución científica del problema de los orígenes del lenguaje se hizo posible únicamente cuando la filosofía y la ciencia cesaron en los intentos de buscar las raíces del lenguaje en las reconditeces del organismo o deducirlo directamente de las singularidades del «espíritu» o del cerebro, y advirtieron que *las circunstancias originarias del lenguaje procede buscarlas en las relaciones socio-laborales*, cuya aparición se inicia con el *tránsito a la historia de la humanidad*.

La ciencia no posee métodos que permitan observar directamente las condiciones que engendraron el lenguaje y para la rama científica denominada «paleontología del

to de este mundo «interior» de imágenes que aparece sobre la base del lenguaje y que el hombre puede utilizar en su actividad.

La segunda función substancial del lenguaje en el proceso formativo de la conciencia consiste en que las palabras de aquél no sólo apuntan a determinadas cosas, sino que abstraen los atributos esenciales de las mismas y configuran las cosas perceptibles en determinadas categorías. Esta posibilidad de asegurar el proceso de *abstracción (prescindencia) y generalización* constituye el segundo aporte trascendental del lenguaje a la formación de la conciencia.

Por ejemplo, los vocablos «reloj» o «mesa» designan no sólo ciertos objetos. El vocablo «reloj» indica que dicho objeto sirve para medir el tiempo («hora», «horologium»); la palabra «mesa» habla de que el objeto dado tiene relación con ménsula, meseta, mesilla (raíz «mes», plano o planicie en alto). Es más, con los términos «reloj» o «mesa» se designan todos los tipos de dichos objetos, independientemente de su aspecto externo, forma y dimensiones. Eso denota que la palabra que de hecho destaca (abstrae) los rasgos correspondientes del objeto y generaliza cosas distintas por su aspecto exterior, mas relacionadas con una misma categoría, automáticamente transmite al hombre la experiencia de generaciones y sirve de poderoso medio para reflejar el mundo con mayor hondura que la mera percepción. Así pues, en la palabra se realiza la grandiosa labor de análisis y clasificación de los objetos que ha venido tomando cuerpo en el largo proceso de la historia social. Esto le da al lenguaje la posibilidad de convertirse no sólo en *medio de comunicación*, sino también en el supremo *instrumento del pensar* que asegura el tránsito del reflejo *sensorial* del mundo *al racional*.

Cuanto hemos dicho ofrece razones para señalar la

tercera función esencial del lenguaje en la formación de la conciencia. El lenguaje sirve de *medio fundamental para transmitir la información* acumulada en la historia social de la humanidad, o bien, expresándolo en otros términos, crea la tercera fuente de desarrollo de los procesos psíquicos, que en el estadio de hombre se añaden a las dos fuentes anteriores (los programas de conducta hereditariamente transmisibles y las formas de comportamiento engendradas como resultado de la experiencia del individuo dado) existentes entre los animales.

Al transmitir la complejísima información depositada en el transcurso de muchos siglos de práctica socio-histórica, el lenguaje le permite al hombre *asimilar dicha experiencia* y conquistar con su ayuda un enorme círculo de conocimientos, artes y modos de conducta, que en ningún caso habrían podido ser resultado de la actividad independiente de un individuo aislado. Esto denota que con la *aparición del lenguaje surge en el hombre un tipo enteramente nuevo de desarrollo psíquico*, que no existía entre los animales, y que el *lenguaje es en efecto un medio esencial de desarrollo de la conciencia*.

Trascendencia del lenguaje para la formación de los procesos psíquicos

La entidad del lenguaje en la formación de la conciencia radica en que *éste penetra de hecho en todas las esferas de la actividad consciente del hombre* y eleva a un nuevo nivel el curso de sus procesos psíquicos. Por eso, el análisis del lenguaje y del habla (vía de transmisión informativa que utiliza los medios del lenguaje) no cabe considerarlos únicamente como capítulo especial de la psicología, sino que procede estimarlos asimismo como *factor de estructuración de toda la vida consciente del*

lenguaje» no queda otro camino que el de las hipótesis, a comprobar de modo indirecto. Hay muchas razones para creer que el lenguaje nació por vez primera de las formas de comunicación que los hombres entablaron en el proceso de trabajo.

La forma conjunta de actividad práctica conduce inevitablemente a que en el hombre surja la necesidad de transmitir a otro cierta información, que además no puede limitarse sólo a expresar estados subjetivos (emociones), sino que ha de *designar los objetos (cosas o herramientas) que figuran en la actividad laboral conjunta.* Según teorías aparecidas ya en la segunda mitad del siglo XIX, los primeros sonidos indicativos de objetos surgieron cabalmente en el proceso del trabajo asociado.

Sería, no obstante, erróneo pensar que los sonidos que gradualmente empezaron a desempeñar la función de transmitir determinada información eran «palabras» tales que podían designar independientemente los objetos, sus cualidades, actos o relaciones. Los sonidos concernientes de inicio a determinados objetos, aún no tenían existencia independiente. Estaban *entrelazados con la actividad práctica,* iban acompañados de gestos y expresivas entonaciones, por lo que *sólo cabía entender el significado de los mismos conociendo la situación real que los había originado.* Es más, en este complejo de medios expresivos, el sitio rector lo ocuparon de inicio —al parecer— las acciones y los gestos, que en opinión de algunos autores constituían las bases de un lenguaje singularmente eficaz o «lineal» y sólo mucho más tarde el sitio rector correspondió a los sonidos, que echaron los cimientos para el desarrollo gradual de un *lenguaje sónico* independiente. Pero este lenguaje conservó durante largo tiempo un estrechísimo nexo con el gesto y la acción, de ahí que un mismo complejo sónico (o «prevocablo») pudiera designar tanto el objeto que indicaba la mano

como a la propia mano y la operación efectuada con dicho objeto. Sólo a través de muchos milenios el lenguaje sonoro comenzó a separarse de la acción práctica y obtener su autonomía. De esa época data el surgimiento de los primeros vocablos independientes denominativos de objetos, y que mucho más tarde empezaron a servir para destacar también los actos y las cualidades de los mismos. Nace así el *lenguaje como sistema de códigos independientes,* que en el transcurso del largo desarrollo histórico ulterior viene a tomar la forma que hoy distingue a los idiomas contemporáneos.

El lenguaje como sistema de códigos designativos de objetos, de sus actos, cualidades o relaciones, y que sirve de medio para transmitir la información, tuvo decisiva importancia para la reestructuración posterior de la actividad consciente del hombre. Tienen, pues, razón los científicos cuando afirman que, a la par con el trabajo, *el lenguaje constituye un factor esencial en la formación de la conciencia.*

El surgimiento del lenguaje introduce, por lo menos, tres cambios substanciales máximos en la actividad consciente del hombre. El primero de ellos radica en lo siguiente: al designar los objetos y acontecimientos del mundo exterior con palabras sueltas o combinaciones de las mismas, el lenguaje permite *destacar dichos objetos, fijar la atención en ellos y retenerlos en la memoria.* En virtud de ello, el hombre *se hace capaz de relacionarse con los objetos del mundo exterior hasta en ausencia de éstos.* Basta la pronunciación externa o interna de una u otra palabra para que surja la idea del objeto correspondiente y el hombre sea capaz de operar con esa imagen. Por eso cabe decir que el lenguaje *dobla el mundo perceptible,* permite guardar la información obtenida del mundo exterior y crear un mundo de imágenes internas. Es fácil advertir la trascendencia que tiene el surgimien-

hombre en su conjunto. Justamente por eso, el papel del lenguaje o «segundo sistema de señales de la realidad», como lo llamaba I. P. Pávlov, ha de ser considerado como parte culminante de la introducción evolutiva a la psicología.

El lenguaje reestructura esencialmente los procesos de *percepción* del mundo exterior y crea nuevas leyes para la misma.

Es notorio que en el mundo existe un número inmenso de objetos, formas, matices de color, y, sin embargo, el número de las palabras que designan esos objetos, formas y matices es muy reducido. Esto motiva que al nombrar un objeto, forma o matiz mediante una palabra («mesa», «reloj» o «círculo», «triángulo», o bien «roja», «amarilla»), destacamos de hecho los rasgos esenciales *y generalizamos los objetos, formas y colores en determinados grupos o categorías.* Esto dota a la percepción humana de rasgos radicalmente distintos a los de las percepciones del animal. La percepción humana se hace más honda, generalizada y permanente, vinculada con el desgaje de los indicios esenciales de la cosa.

El lenguaje cambia en substancia los procesos de la *atención* humana.

Si bien la atención del animal entrañaba carácter directo, se determinaba por la pujanza y la novedad o la entidad biológica del objeto, guiando de modo automático (involuntariamente) la atención del animal, en cambio con el surgimiento del lenguaje y sobre la base del mismo el hombre se vuelve capaz de *dirigir voluntariamente su atención.*

Cuando la madre le dice al niño «esto es una taza», ella destaca así dicho objeto entre todos los demás y atrae hacia él la atención de la criatura. Cuando más adelante crece el niño, éste domina el lenguaje (primero el lenguaje externo, y luego también el interno) y se hace capaz

de destacar independientemente los objetos nombrados, cualidades o actos, y su atención deviene gobernable y voluntaria.

El lenguaje cambia asimismo esencialmente los procesos de la *memoria* humana. Sabemos que la memoria del animal depende en gran medida de la orientación directa en el medio circundante y de las motivaciones biológicas, que sirven de refuerzo a cuanto se recuerda con suma facilidad. A nivel humano, por primera vez la memoria basada en los procesos discursivos—, se convierte en *actividad mnémica consciente*, en la que el hombre se plantea la finalidad especial de recordar, organiza los datos memorables y se hace capaz no sólo de ampliar inmensamente el volumen de la información retenida en la memoria, sino también de retornar al pasado voluntariamente y elegir del mismo en el proceso de recordación lo que en la etapa dada le parece más esencial.

Por primera vez el lenguaje le permite al hombre desligarse de la experiencia directa y asegura el nacimiento de la *imaginación*, de un proceso que no existe en el animal y sirve de base a la *creatividad*, orientada y gobernable, cuyo estudio supone un capítulo aparte de la ciencia psicológica.

Huelga decir que sólo en base al lenguaje y con su más estrecha participación toman cuerpo las complejas formas del *pensamiento* abstracto y generalizado, cuya aparición constituye una de las más trascendentales adquisiciones de la humanidad y asegura el tránsito de «lo sensorial a lo racional», estimado por la filosofía del materialismo dialéctico como salto equivalente por su trascendencia a la transición de la materia inanimada a la animada o al tránsito de la vida vegetal a la animal.

No menos esenciales son las modificaciones que el lenguaje —elevando a un nuevo nivel los procesos psíqui-

cos— aporta a la reestructuración de las *reacciones emocionales*.

Entre los animales conocemos únicamente acusadas reacciones afectivas que transcurren con la participación rectora de los sistemas subcorticales y están directamente relacionadas con el buen o mal fruto de su actividad y por entero mantienen su nexo con los requerimientos biológicos. El mundo afectivo del hombre no sólo es inmensamente más rico y no sólo está individualizado con respecto a las motivaciones biológicas; la estimación de las correlaciones efectivamente ejecutables respecto a los propósitos iniciales, la posibilidad de una formulación generalizada del carácter y del nivel de nuestros aciertos y desaciertos, hace que a la par con las categorías afectivas del hombre cristalicen *emociones* y prolongados *estados de ánimo* que rebasan en mucho los marcos de las reacciones afectivas directas y que están indisolublemente ligados con el pensamiento del hombre, actividad que fluye unida a la participación inmediata del lenguaje.

Finalmente, no podemos soslayar asimismo la última tesis, de singular trascendencia, por cierto.

Es notorio que las nuevas formas de comportamiento individual variable del animal toman cuerpo sobre la base de la orientación directa del mismo en el medio circundante y la elaboración de las formas estables de ese comportamiento se efectúa en base a las leyes de los reflejos condicionados, estudiadas con detalle por la escuela de I. P. Pávlov.

Es bien sabido que la elaboración de nuevas formas de conducta exige un refuerzo relativamente prolongado de la respuesta a la señal condicionada, la reiteración múltiple de coincidencias entre las señales condicionadas y el refuerzo incondicionado. Esta conexión toma cuerpo de modo gradual, y empieza a extinguirse tan pronto como

desaparece dicho refuerzo y a duras penas se rehace luego en un nuevo sistema de conexiones.

Nada parecido observamos en la formación de nuevos tipos de comportamiento consciente del hombre. La nueva forma de actividad consciente puede surgir en el hombre sobre la base de la formulación discursiva de una *norma* que el hombre establece con ayuda del lenguaje. Basta con dar al hombre una instrucción en la que se sugiere levantar la mano o apretar una llave en respuesta a la aparición de una señal roja o no hacer ningún movimiento cuando aparece la azul, para que esta nueva conexión surja de inmediato y se haga estable. El surgimiento de cualquier operación ejecutable sobre la base de instrucciones verbales no requiere ningún refuerzo «incondicionado» (o biológico). El proceso formativo de la misma no exige dilatada elaboración y se establece de inmediato, y la operación cristalizable según la norma formulada en el discurso deviene en seguida estable, no exige la reiteración constante de las instrucciones ni tampoco se extingue cuando las instrucciones no se repiten. Por último, el «rehacer» la operación ateniéndose a otra nueva norma no conlleva trabajo adicional alguno, y basta con informar al sujeto de las nuevas instrucciones, diciéndole, por ejemplo, que ahora ha de efectuarlo todo al revés: en respuesta a la señal azul levantar la mano (o apretar la llave), y cuando aparezca la roja no hacer nada, para que la conexión antes formulada se convierta de súbito en la inversa.

Todo ello habla de la enorme plasticidad y conductividad de los procesos que entraña la actividad consciente del hombre, que hace radicalmente distinto el comportamiento de éste frente al del animal.

El análisis pormenorizado de las formas de esa actividad consciente, de los medios para conducirla, de las

leyes que subyacen a su desarrollo y de las formas de su alteración en los estados patológicos, constituye, pues, una de las misiones fundamentales de la ciencia psicológica.

IV. EL CEREBRO Y LOS PROCESOS PSIQUICOS

Para entender mejor la estructura de los procesos psíquicos del hombre y las leyes de su desarrollo, hay que familiarizarse ante todo con la estructura del órgano esencial de la actividad psíquica: el encéfalo humano, y las relaciones entre éste y los procesos psíquicos.

Problemática de las relaciones entre los procesos mentales y el cerebro

El problema de cómo están relacionados los procesos psíquicos con el cerebro y cuáles son los principios del funcionamiento de éste como substrato material de la actividad mental ha sido resultado de distinto modo de los diversos períodos del desarrollo de la ciencia. El carácter de las soluciones de esta cuestión dependía mucho de cómo se entendían los procesos mentales del hombre y cómo se enfocaban las bases cerebrales de los mismos.

Ya durante el medievo, tanto en filosofía como en psi-

cología, ligada a ella, cristalizó la idea de que los procesos psíquicos son formas especiales de existencia del espíritu o «atributos» *irreducibles* a ningún género de componentes más elementales.

Arraigó la opinión de que se pueden destacar, por lo menos, tres «atributos» fundamentales: la facultad de percepción o imaginación, la facultad de razonamiento y la facultad de memoria.

Indagando la base material de aquéllos, los pensadores enunciaron la hipótesis de que dichos tres «atributos» se hallaban localizados en el fluido que llenaba los tres «ventrículos cerebrales», y consideraban que en el ventrículo anterior radicaba la «facultad de percepción o de imaginación»; en el central, la «facultad de razonamiento»; y en el posterior, la «facultad de la memoria».

La idea de que los procesos mentales, consistentes luego en «atributos» indivisibles, pueden estar directamente «localizados» en determinadas formaciones del cerebro, subsistió durante muchos siglos y permaneció inalterable en principio incluso después de que los científicos dejaran de considerar como substrato de la psique el fluido que colmaba los «ventrículos cerebrales» y llegasen al criterio de que el asiento de la actividad psíquica hay que buscarlo en la substancia densa del cerebro y, particularmente, en su corteza.

El primer intento de «localización de las facultades psíquicas», efectuado a principios del siglo XIX, se debe a F. A. Gall. Este enunció la hipótesis de que substrato de las distintas «facultades» mentales son pequeñas zonas de tejido nervioso de la corteza cerebral que sobrecrecen al desarrollarse dichas «facultades». Tras destacar gran número de esos «atributos» ingénitos (entre los que, a juicio suyo, figuraban «atributos» tales como «el espíritu de economía», «la honestidad», «el respeto a sus mayores» y «el amor a los niños»), Gall situó cada uno de

ellos en determinada región del cerebro, estimando que el intenso crecimiento de una u otra zona cerebral, conducente a la formación de la convexidad del cráneo, señala el desarrollo especial del «atributo» correspondiente. Esa hipótesis vino a servir de base a una rama especial de la «ciencia», la «frenología», que —a juicio de Gall— podía hacer conclusiones sobre las aptitudes individuales del hombre, en base al estudio de las prominencias craneales.

A pesar de que la «frenología» de Gall, ya en vida de éste, se estimaba como fantástica y sin ninguna base científica, la idea de «localización» directa de las diversas funciones psíquicas en la corteza cerebral subsistió en adelante. De ahí que los científicos cuyo método fundamental era la investigación de las alteraciones en los procesos mentales, engendradas por lesiones tópicas (locales) del cerebro, durante mucho tiempo prosiguieron los intentos de «localización» directa de las funciones psíquicas en zonas concretas de la corteza cerebral.

Habiendo descubierto que la lesión de las áreas posteriores de la tercera circunvolución frontal del hemisferio izquierdo motiva la alteración del lenguaje articulado, el anatomista francés P. Broca (1861) enunció el supuesto de que en esta zona se hallan «localizadas» las imágenes motoras de la palabra. El psiquiatra alemán K. Wernicke (1873) descubrió que las lesiones de la parte posterior de la circunvolución temporal superior del hemisferio izquierdo deja intacto el lenguaje motor, pero trastorna la comprensión del discurso y formuló la hipótesis de que esta región de la corteza es el «centro del habla sensorial».

Estos intentos de localización directa de las funciones psíquicas en sectores limitados del cerebro animaron a los investigadores (psiquiatras y neurólogos). A partir de la década del 70 del siglo pasado el estudio de las obser-

vaciones clínicas vino a mostrar que la lesión de sectores limitados de la corteza cerebral conlleva el cese de «funciones mentales» enteramente definidas. Estos hallazgos dieron base a los investigadores para destacar zonas en la corteza cerebral que empezaron a considerarse como «centros de la escritura», «centros del cálculo», «centros conceptuales», etc. Dichos intentos fueron condensados en un sistema por el psiquiatra alemán K. Kleist (1934), quien sobre la base de las observaciones realizadas con personas que habían sufrido heridas en el cerebro durante la primera guerra mundial presentó un «mapa de localización» generalizado, en el que hasta las «funciones» psíquicas más complejos se hacían coincidir con reducidos sectores de la corteza cerebral.

Pese a que los intentos de «localización» directa de las «funciones» mentales complejas en zonas limitadas de la corteza cerebral fueron progresivos en su tiempo, ya que reflejaban la aspiración de enfocar sobre bases materialistas los procesos psíquicos y el substrato cerebral de los mismos, bien pronto mostraron ya su inconsistencia y dejaron de satisfacer a los investigadores.

En el fondo de todo esto subyacían tanto las consideraciones teóricas como las contradicciones entre ellas y los datos reales. Por una parte se formularon legítimas dudas en cuanto a qué procesos tan complejos como el habla, la escritura, la lectura y el cálculo, no hablando ya de la actividad intelectual, pudieran entenderse como simples «atributos» congénitos y buscar su «localización» en sectores limitados de la corteza cerebral.

Por otra parte, el análisis pormenorizado de hechos recogidos en las observaciones clínicas demostró que la atribución directa de los complejos procesos psíquicos a sectores reducidos de la corteza cerebral carecía de fundamento. Resultó que las alteraciones de procesos mentales tan complejos como el habla, la escritura, la lectura y el cálculo podían originarse en virtud de lesiones de la corteza cerebral enteramente distintas por su ubicación, lo que ya hablaba de por sí contra la idea de una rígida «localización» de las funciones psíquicas en sectores aislados de la misma. Resultó que la afección de sectores limitados del córtex motiva comúnmente la alteración de todo un grupo de procesos mentales que a primera vista parecen totalmente distintos. Así, pues, la lesión del lóbulo temporal izquierdo suscita alteraciones en la comprensión del discurso, desarreglo de la estritura, dificultades para hallar las palabras, etc.; mientras que la lesión de las zonas parieto-occipitales de la corteza del hemisferio izquierdo motiva alteraciones en cuanto a la orientación en el espacio, dificultades en el cálculo, imposibilidad de comprender las relaciones lógico-gramaticales complejas y algunos otros desarreglos de la actividad intelectual relacionados con ello.

Esto engendró una crisis de las anteriores ideas sobre la «localización» directa de los procesos psíquicos en regiones limitadas de la corteza cerebral e hizo que algunos investigadores (entre los que figuraban relevantes psicólogos como K. S. Lashley y neurólogos como K. Goldstein, K. Monakov y otros) formulasen el criterio de que los procesos mentales son función de todo el cerebro en su conjunto y no pueden ser «localizados» en limitados sectores de la corteza cerebral.

Dicho criterio, que condujo al surgimiento de una tendencia científica conocida bajo el nombre de «antilocalizacionismo», era una legítima reacción frente a las opiniones simplistas del «localizacionismo estricto». Pero bien pronto hubo de mostrar su inconsistencia.

Tanto las sutiles investigaciones histológicas como las observaciones fisiológicas, mostraron que la corteza cerebral es un *aparato sumamente diferenciado*, que la estructura de las diversas zonas de la misma es desigual y

que las neuronas que forman parte de la corteza cerebral aparecen a menudo tan especializadas que entre ellas cabe destacar las que reaccionan sólo a estimulaciones muy especiales o ante indicios muy singulares (verbigracia, sólo a los movimientos de un punto desde el centro hacia la periferia o desde ésta hacia el centro; sólo ante las líneas suaves y redondeadas o ante las quebradas y puntiagudas, etc.). Estos datos, parte de los cuales son el resultado de hallazgos obtenidos recientemente debido a las investigaciones fisiológicas efectuadas con determinadas neuronas, han hecho muy poco probables las suposiciones en cuanto a la homogeneidad de toda la masa del cerebro y las afirmaciones de que éste funciona siempre como un todo único.

Ha surgido una nueva crisis en la doctrina sobre los principios de la organización funcional del cerebro y en la teoría sobre la «localización» de los procesos psíquicos en la corteza cerebral.

La salida de esta crisis estuvo ligada a la *revisión cardinal del concepto de «funciones psíquicas» y a un cambio radical de los enfoques esenciales en cuanto a los principios de «localización» cerebral.*

El concepto de «función» tiene en biología dos significados enteramente distintos.

En sentido estricto por «función» se entiende la *actividad normal y vital de un tejido determinado.* Sabemos que la función del hígado es regular el metabolismo de los carbohidratos; la función del páncreas, segregar insulina; y la función del alveolo pulmonar, efectuar la difusión del oxígeno y transmitirlo a los eritrocitos de la sangre.

Pero el concepto de «función» tiene además otro significado más amplio. Puede significar además la *actividad adaptativa del organismo entero.* En este sentido se habla de la función respiratoria, de la función digestiva, de la

locomotriz, entendiéndose plenamente que en este segundo amplio significado la función constituye en sí una *actividad compleja que se ejecuta mediante el trabajo conjunto de todo un sistema de órganos*, cada uno de los cuales entra en ese «*sistema funcional*» (término de P. K. Anojin) *a tenor de sus genuinos papeles*, asegurando uno u otro aspecto de la labor de dicho sistema funcional.

Así, pues, la «función respiratoria» se efectuó mediante el trabajo mancomunado de todo un grupo de músculos y alveolos del pulmón. Es característico que los músculos que toman parte en el acto de la respiración pueden reemplazarse unos a otros, y cuando en el sistema funcional cesa la participación de un grupo de músculos (de los músculos del diafragma, por ejemplo), este defecto se compensa con el trabajo intensivo de otro grupo muscular (verbigracia, de los músculos intercostales). Por consiguiente, *el sistema funcional entraña en sí un todo dinámico y complejo en el que el constante («invariante») objetivo final se realiza mediante el sistema inconstante («variante») de sus partes componentes.*

Eso mismo cabe decir, pues, de la «función digestiva», que constituye en sí un complicadísimo sistema funcional de órganos digestivos que trabajan en común o de la «función de movimiento» (o locomotriz), en la que el objetivo final (desplazamiento de un lugar a otro, impacto en el blanco dado, golpe de martillo, etc.) se logra mediante un complejo sistema de músculos, la interrelación de los cuales cambia al modificarse la posición del cuerpo, en dependencia de la tensión, del grado de afianzamiento de los hábitos, y así sucesivamente.

Es natural que un *sistema funcional tan complejo no pueda estar «localizado» en cierto sector reducido del sistema nervioso,* y ya I. P. Pávlov señalaba que «si antes el centro respiratorio se concebía como un punto del

tamaño de la cabeza de un alfiler en el bulbo raquídeo,... ahora en cambio se ha extendido, ha subido al cerebro y ha bajado a la médula espinal, y nadie conoce exactamente hoy sus fronteras» (I. P. Pávlov, «Obras Completas», tomo III, pág. 127, en ruso).

Si este significado tan amplio del concepto de «función» concierne a gran número de actos biológicos adaptativos, con tanta mayor razón habrá de ser empleado cuando nos referimos a las complejas «*funciones psicológicas*».

Según han demostrado las investigaciones psicofisiológicas y psicológicas, incluso «funciones» relativamente simples como el movimiento libre, la marcha, un impacto en el blanco, no hablando ya de funciones tales como el habla, la escritura y el cálculo, poseen una complejísima estructura, incluyendo en su entramado un elevado número de eslabones componentes.

Para ejecutar el más simple movimiento (acertar con la yema del dedo a un punto o dar un golpe con el martillo, por ejemplo) es necesario conservar ante todo una honda sensibilidad proprioceptiva de la mano en acción, que señalice su situación en el espacio y el grado de distensión de los músculos ejecutantes. Sin esa permanente señalización sobre el estado de la extremidad locomotora, que asegure la debida corrección del sentido y la fuerza de los impulsos, no cabe ningún tipo de movimiento organizado. Para su ejecución es indispensable el reflejo preciso de las coordenadas espaciales externas en cuyos límites se efectúa el movimiento; cuando se carece de ese reflejo del espacio en cuyo ámbito se realiza el movimiento, éste pierde su precisión y se hace imposible. La ejecución del movimiento exige un reemplazo suave de sus elementos, hasta para

dar dos pasos se requiere de inicio la inervación de un sistema de músculos, y luego conmutando los impulsos a otro sistema de músculos, efectuar la inhibición del primero y pasar suavemente al eslabón siguiente del acto motriz.

Todo ello indica que *incluso un movimiento relativamente sencillo como el libre entraña un complejo sistema funcional, en cuya composición entra todo un conglomerado tanto de impulsos sensibles (aferentes) como también motrices (eferentes).*

Es, pues, enteramente comprensible que un sistema funcional tan complicado no puede «localizarse» en un reducido grupo de células de la corteza cerebral, y ha de realizarse por *todo un complejo de zonas que trabajan mancomunadamente.*

Aún más complicada es la estructura que poseen tipos de la actividad psíquica como son: el habla, la escritura, la lectura y el cálculo, formados en el proceso de la historia social.

Detengámonos a examinar, a título de ejemplo, cuál es el entramado de un acto como la *escritura* y mostraremos cuán complejos son los eslabones que integran este sistema funcional.

Para escribir una palabra, ante todo hemos de destacar los sonidos que la componen o, en otros términos, efectuar su *análisis acústico,* descomponiendo el incesante raudal sónico en las unidades sónicas de lenguaje que lo integran: los «fonemas» (cuyo carácter puede ser distinto según el idioma). A menudo la separación de estas unidades sónicas del lenguaje sonoro («fonema») se opera no sólo «al oído», sino también con el aporte inmediato de la *articulación*, mediante la cual diríase que «tanteamos» los sonidos y diferenciamos unos sonidos

de otros afines a los mismos. Sólo tras esta labor previa acaba por definirse la estructura sónica de la palabra, y ésta se halla lista para ser escrita. Aquí el proceso de escritura pasa a la fase siguiente: los elementos sónicos («fonemas») tienen que ser descifrados en elementos visuales-motores de la escritura («grafemas»). Para ejecutar dicha operación hace falta disponer tanto del esquema visual-motor de los «grafemas» o letras como guardar su adecuada ubicación en el espacio. Mas el proceso de la escritura no termina en esto. La escritura entraña en sí un complejo programa de movimientos en los que cada eslabón ha de conectarse suavemente con el siguiente. La observación de esta condición requiere conectar otros aparatos por completo distintos, sin los cuales la escritura fluida se hace imposible. Por último, el proceso de escritura ha de estar subordinado siempre a la tarea general (escribir una frase o una carta, exponer el pensamiento, etcétera) y sólo conservando firmemente ese respectivo programa cabe cumplir la tarea necesaria.

Hay que señalar que en los distintos idiomas la escritura puede tener desigual estructura. Por ejemplo, si bien la mayoría aplastante de los idiomas (indoeuropeos, uraloaltaicos) poseen una escritura con los elementos estructurales descritos, existen asimismo lenguas (el chino, por ejemplo) en las que la escritura no entraña el proceso de traducir las unidades del habla sonora («fonemas») a las correspondientes letras («grafemas»), sino que el escribiente imagina directamente los conceptos a través de signos convencionales determinados (ideogramas). Naturalmente que para esa escritura se hace innecesaria la primera fase (análisis sónico de la palabra),

y el proceso mismo de la escritura adquiere un carácter totalmente distinto.

Lo dicho muestra con suficiente poder de convicción que la idea misma de que un proceso tan complejo pueda ser «localizado» en cierto sector rigurosamente delimitado del cerebro y ejecutarse por un exiguo grupo de células, debe desecharse desde el propio inicio. De ahí que la tarea de «localizar» las funciones psicológicas en sectores reducidos del cerebro haya de ser reemplazada por otra nueva: *la de analizar el sistema de las zonas cerebrales que trabajando en común hacen realidad el «sistema funcional» dado*, o, dicho en otros términos, el análisis de cómo el sistema funcional dado está distribuido entre los aparatos de la corteza cerebral según las respectivas estructuras cerebrales.

Con ese enfoque se hace comprensible el hecho de que la lesión de un cierto sector reducido del cerebro pueda motivar la *desintegración de todo un sistema funcional* y ante cada afección limitada del cerebro inevitablemente haya de sufrir no sólo una «función», sino todos los *sistemas funcionales* en cuya realización participa el sector dañado del mismo. Se hace comprensible que una misma lesión del encéfalo pueda suscitar el trastorno de los más diversos sistemas funcionales (siempre que en ellos figure un cierto eslabón común o «factor» general cuya labor esté directamente relacionada con el sector dañado), y que un mismo sistema funcional (verbigracia, la operación de escribir o de leer) pueda sufrir al resultar lesionados distintos sectores del cerebro, que aseguran unos u otros eslabones pertenecientes a la estructura de la función dada.

Pues bien, si en la estructura del movimiento libre figuran elementos sensitivos (cinestéticos) y viso-espaciales, creadores de la base «aferente» del movimiento

y de los respectivos impulsos eferentes, es por completo natural que el mismo pueda sufrir tanto con las lesiones de las zonas sensitivas y viso-espaciales de la corteza como con las de las zonas propiamente motoras de la misma.

Si el proceso de la escritura incluye en su composición el análisis auditivo y cinestético (articular) de la estructura de la letra, por supuesto, la ejecución del programa motor correspondiente habrá de verse alterado tanto en los casos de lesiones auditivas, cinestéticas o visuales como en los que afectan a las zonas motoras del cerebro, si bien cada vez habrá de alterarse de modo diferente.

El análisis del carácter de las perturbaciones de los complejos sistemas funcionales motivadas por lesiones locales limitadas del cerebro constituye el objeto de una rama especial de la ciencia psicológica: la *neuropsicología*. Los datos de esta ciencia tienen gran valor tanto para la esfera práctica de la neurología —precisando la diagnosis local (tópica) de las afecciones cerebrales— como para una más profunda interpretación de la estructura fisiológica de los procesos psicológicos múltiples.

Para comprender la organización cerebral de los complejos procesos psíquicos ante todo hay que tener una idea precisa de los datos actuales sobre la organización funcional del cerebro humano.

Principios de la organización funcional del cerebro humano

Conforme ya se ha dicho más arriba (cap. II), el cerebro del hombre es producto de una larga evolución y constituye un complejo sistema jerárquicamente estructurado, que se distingue porque sobre los aparatos del

tronco y de la primitiva corteza cerebral —muy desarrollados ya en los vertebrados superiores— vienen a formarse los hemisferios, que en el hombre adquieren un especial y vigoroso desarrollo.

Si bien los aparatos del tronco encefálico y de sus zonas superiores son partes del encéfalo en cuya composición entran los núcleos (grupos de células que regulan los procesos de la respiración, la circulación de la sangre y del metabolismo bioquímico, ejecutor de procesos vitales esencialísimos); en cambio, los aparatos del cuadrigémino y de los núcleos subcorticales (tálamo óptico, sistema estrio-palidal) son instancias primarias que aseguran la recepción de excitaciones procedentes del mundo exterior y que llegan a través de los órganos superiores de los sentidos (receptores de contacto y a distancia), así como la conexión con los aparatos motrices (cuadrigémino) y la integración primaria de aquéllas mediante sinergias complejas (sistema tálamo-estriado). Estos últimos aparatos ejercen un papel rector en los vertebrados inferiores (anfibios, peces y aves), pero gradualmente son marginados por las zonas superiores del cerebro anterior: los hemisferios, aparatos complejísimos que garantizan el análisis y síntesis de las excitaciones que llegan del medio exterior, el proceso asimilativo y reelaborador de la información recibida, el cierre de las nuevas conexiones, la elaboración de programas de actividad compleja y la regulación del curso de las formas superiores de comportamiento. Regiones superiores del sistema nervioso central son los hemisferios, la corteza cerebral y la corresponiente substancia blanca, constituida por fibras de proyección que la conectan con las subyacentes formaciones subcorticales, y fibras de asociación, que relacionan entre sí las distintas zonas de la corteza cerebral. Los hemisferios empiezan a ocupar un sitio rector en los vertebrados superiores, y en el hombre

se convierten ya en el aparato esencial y básico de la actividad psíquica.

Las investigaciones efectuadas durante los últimos decenios han hecho cierta claridad no sólo en cuanto a la característica morfológica de los aparatos del cerebro, sino también en cuanto a los principios fundamentales de su *organización funcional*, y cabalmente esto tiene un valor esencial para la psicología.

Los tres «bloques» fundamentales del cerebro

Según queda ya indicado, el cerebro humano, que asegura el proceso receptivo y reelaborador de la información, el establecimiento de programas de los actos propios y el control por el cumplimiento de los mismos, funciona siempre como un todo único. Ahora bien, el cerebro entraña en sí un aparato complejo y altamente diferenciado, constituido por diversos elementos, y el trastorno del funcionamiento normal de cualquiera de ellos se refleja de modo inevitable en el trabajo de aquél.

En el encéfalo del hombre cabe destacar, por lo menos, *tres «bloques» fundamentales*, cada uno de los cuales desempeña singular papel en el aseguramiento de la actividad psíquica.

El *primero* de ellos mantiene el tonus necesario de la corteza, indispensable para que los procesos receptivo y reelaborador de la información, así como los formativos y de control del cumplimiento de los mismos transcurran eficazmente. El *segundo* bloque asegura el proceso mismo de recibir, reelaborar y conservar la información que procedente del mundo exterior le llega al hombre (a través de los aparatos de su propio cuerpo). El *tercero* elabora los programas de comportamiento, garantiza y

regula su ejecución y participa en el control del cumplimiento eficaz de los mismos.

Esos tres bloques encuadran en distintos aparatos del encéfalo y sólo una labor coordinada lleva a la organización eficaz de la actividad consciente del hohmbre.

Bloque del tonus de la corteza o bloque energético del cerebro

Para que el hombre pueda ejecutar normalmente el proceso de recibir, reelaborar y almacenar la información, y el cerebro crear y realizar con normalidad los programas de conducta, velar por la eficacia de las operaciones efectuadas, llevando a cabo la autorregulación necesaria del comportamiento, es indispensable *mantener un constante tonus óptimo del córtex*. Sólo ese tonus puede garantizar la acertada selección de las señales básicas, la retención de sus pautas, la elaboración de los programas necesarios de conducta y el control permanente de su cumplimiento.

En su tiempo, I. P. Pávlov dio la característica fisiológica de ese tonus óptimo, cuando indicó que los procesos que transcurren en una corteza normal se subordinan a la «ley de la intensidad», según la cual un estímulo fuerte (o de mayor entidad) suscita una reacción vigorosa y deja una pauta más estable; mientras que el débil (o de menor entidad) provoca una reacción menos acusada y cuya pauta se extingue o frena con más facilidad.

La existencia de esa «ley de la intensidad», que caracteriza la excitabilidad óptima del córtex, es indispensable para efectuar *cualquier actividad selectiva organizada*, crear sistemas dominantes (los de suma trascendencia) de excitación, conservar los sistemas informativos organizados y programas estables de comportamiento. Es

bien notorio que al disminuir el tonus de la corteza ésta puede pasar al estado inhibitorio o «fásico»: los estímulos débiles empiezan a suscitar las mismas reacciones que los fuertes («fase niveladora») o incluso reacciones más vigorosas que las provocadas por ellos («fase paradójica»). Esta peculiaridad de funcionamiento surge, verbigracia, en el estado de sueño o soñoliento. Naturalmente que en esas condiciones la actividad consciente organizada se hace imposible y el curso selectivo y ordenado de los pensamientos se ve substituido por la visión incontrolada de asociaciones «casuales» (o accesorias).

Uno de los trascendentales descubrimientos debidos a la fisiología durante los últimos veinte años —a través de numerosas observaciones y experimentos efectuados por buen número de ilustres investigadores (Magoun, Moruzzi, Jasper y otros)— vino a demostrar que un papel substancial en dicho proceso desempeñan las *zonas superiores del tronco del encéfalo*, en particular las formaciones del hipotálamo, el tálamo óptico y el sistema de fibras reticulares («formación reticular»), que une dichas formaciones mediante nexo bilateral con el córtex. Estas formaciones entran, pues, como fundamentales en la composición del «*primer bloque*» cerebral, que asegura el *tonus general* o *estado vigiliativo de la corteza*.

A estos aparatos hay que añadir también los de la *corteza antigua* o *límbica*, situada en las zonas interiores (mediales) de los hemisferios y que se halla íntimamente relacionada con los aparatos del tronco superior que acabamos de señalar. Ellos incluyen en su estructura formaciones antiquísimas del encéfalo como el hipocampo, los núcleos del tálamo óptico, las paredes y los corpúsculos mamilares; el movimiento excitativo a través de este sistema, denominado «círculo hipocámpico» o «de Peipetz», es una de las condiciones esenciales para conservar el tonus de la corteza cerebral, asegurar un estado emocional normal y crear las premisas para una retención estable de las pautas una vez surgidas.

En su global complejidad, todo el aparato forma parte de la estructura del bloque, desempeña un papel trascendente para el normal funcionamiento de la corteza cerebral, y hay que detenerse a examinarlo con mayor detalle.

El mantenimiento del tonus constante de la corteza tiene en lo esencial dos fuentes (a las que más tarde se añade una tercera, la más compleja).

Por una parte, para mantener el estado vigiliativo de la corteza es necesaria la afluencia de un información constante procedente del mundo exterior; el animal privado de ese flujo de estimulaciones se duerme; asimismo es notorio que dicho efecto suscita «hambre informativa», que surge en el hombre tras larga estancia solitaria en una cámara obscura impermeable al sonido. Las observaciones efectuadas en los últimos años prueban que en estos casos suelen aparecer en el hombre alucinaciones, que parcialmente compensan la ausencia de flujo constante de estimulaciones externas. Por eso, para la conservación del tonus óptimo de la corteza tiene importancia decisiva la integridad de los aparatos del tronco superior y del tálamo óptico, constitutivos de la primera estación receptora de las estimulaciones que afluyen desde el exterior. El corte de las vías que llevan desde la zona superior del tronco a la corteza en la estructura de la «formación reticular activadora ascendente» conduce de modo inevitable al sueño, efecto al que también puede llevar la estimulación de las paredes del tercer ventrículo (que incluyen, en su estructura los aparatos del tálamo óptico): la estimulación de las paredes del tercer ventrículo durante las operaciones cerebrales realizadas por el eminente neurocirujano soviético N. N. Burdenko, a menudo hacía que se durmiese el paciente.

Por consiguiente, la primera fuente del estado vigiliativo de la corteza es el flujo constante de excitaciones que llega de la periferia, en el que desempeñan un cometido substancial los aparatos del tronco superior y la formación reticular ascendente.

La segunda fuente —no menos importante— del tonus permanente de la corteza son los impulsos que acceden a la misma desde los *procesos metabólicos internos del organismo*, integrantes de la base en que se asientan las *necesidades* biológicas.

Sabemos que el estado del organismo (el nivel de azúcar en la sangre, por ejemplo), índice de la existencia de hambre o saturación, y el nivel de oxígeno en la sangre (índice de «hambre de oxígeno» cuando desciende por debajo de la norma necesaria) se regulan por los aparatos del tronco superior y del hipotálamo. Sabemos asimismo que en la composición del tronco superior y del paleoencéfalo figuran aparatos especiales que regulan procesos tales como los reflejos sexuales, de agresión, etc.

Estimulando las zonas correspondientes del tronco superior y del cerebro primitivo, los investigadores (N. Miller, Olds, MacLin, Delgado y otros) suscitaban en el animal formas acusadas de comportamiento sexual instintivo, actos de agresión, hambre y sed continuos, y así sucesivamente. La existencia en las zonas indicadas del cerebro de formaciones nerviosas reguladoras de las propensiones enumeradas, fue utilizada por algunos investigadores (Olds, Delgado) para suscitar en el animal reacciones prolongadas de «autoestimulación». Cerrando el circuito de una corriente dirigida a los electrodos insertados en estas regiones del cerebro, durante largo tiempo el animal suscitaba independientemente la excitación de dichos aparatos, considerados por los mencionados autores como originales «centros» reguladores del estado emocional del animal.

Los impulsos de estas formaciones del hipotálamo y del tálamo óptico, transmitidos a la corteza mediante la formación reticular ascendente, constituyen, pues, la segunda fuente para mantener el tonus de la corteza y su estado vigiliativo. Las afecciones de estos aparatos del hipotálamo y de los núcleos del tálamo óptico en el hombre pueden alterar esencialmente el tonus de la corteza. Ejemplos de ello pueden verse en los casos de trastorno de las funciones de la hipófisis, por una parte, y de inflamaciones de las paredes del tercer ventrículo, por otra.

A los aparatos del tronco superior de la formación reticular, que aseguran el mantenimiento del tonus normal de la corteza, hay que agregar también los aparatos de la primitiva corteza («límbica»), situados en las zonas internas (mediales) de los hemisferios y que participan en el trabajo del bloque «energético» del cerebro.

La primitiva corteza «límbica» ha venido considerándose durante mucho tiempo como parte esencial del «cerebro olfatorio». Este supuesto se basaba en que aquélla está singularmente desarrollada en los animales para los que el olfato desempeña un papel rector en el comportamiento. Mas la existencia de dicha región en animales privados de olfato (los delfines), así como una serie de observaciones fisiológicas, obligaron a cambiar el mencionado criterio y considerar la región —con el hipocampo, integrante de su estructura— como un aparato dotado de funciones mucho más complejas, y conceptuar el paleocórtex y la zona límbica como «cerebro vegetativo» y participante esencial en la regulación del curso que siguen los procesos vegetativos y afectivos, de tan señalada incidencia en la conservación de las pautas de la memoria.

Estos supuestos fueron formulados por los notables investigadores norteamericanos Cluwer y Busy, quienes observando las consecuencias de lesiones en la región

límbica (particularmente de las zonas mediales del lóbulo temporal) advirtieron en los animales una radical activación de las reacciones emocionales y trastornos de la memoria. Datos afines se obtuvieron asimismo en investigaciones posteriores de MacLin, Oldés y otros científicos, que pudieron notar la existencia de alteraciones esenciales en las inclinaciones y procesos afectivos de los animales como resultado de lesiones del hipocampo. Finalmente, las importantes observaciones realizadas con personas afectadas de lesiones bilaterales del hipocampo, por los investigadores norteamericanos Panfield, Skowill y Milner, permitieron demostrar que en estos casos cambia substancialmente el tonus de la corteza y sufre de modo radical la memoria.

Y la explicación de estos fenómenos se halló cuando fisiólogos preparados para desviar las corrientes de acción de neuronas aisladas (Wissell, Jaspers y otros) descubrieron que en el hipocampo existe gran número de neuronas que no reaccionan a los estímulos específicos (visuales, auditivos o táctiles), mas lo hacen sutilmente ante cualquier *alteración* que se produzca en el medio circundante. La existencia de esas neuronas, en cuyas funciones entra la confrontación de las estimulaciones con las pautas anteriores, y las reacciones a la «discordancia» entre los mismos, viene a explicar —según parece— el papel que desempeñan las formaciones de la primitiva corteza en los procesos del reflejo de orientación (atención no dirigida) y de la memoria.

El cometido de los aparatos del primer bloque en el mantenimiento del tonus de la corteza y del estado de vigilia se asegura por los estrechos nexos del mismo con aquélla, ejecutable mediante las fibras de la *formación reticular* activadora. Cabe señalar que la formación reticular activadora consta tanto de fibras *ascendentes* como *descendentes*. A través de las primeras («formación

reticular activadora ascendente») tiene lugar la excitación de la corteza mediante los impulsos que llegan desde las formaciones de las zonas superiores del tronco cerebral. Por vía de las segundas («formación reticular activadora descendente») toman cuerpo los influjos que las zonas superiores del cerebro y, en particular, su corteza, ejercen sobre las zonas subyacentes del tronco cerebral. De ahí que el aparato de la «formación reticular descendente» desempeñe un cometido esencial en la matización afectiva y en el aseguramiento del tonus para los programas de conducta que surgen en la corteza, como resultado de la información obtenida, y de las formas superiores de intenciones y necesidades que cristalizan en el hombre con la participación del lenguaje. Este aparato garantiza, pues, la *tercera fuente* del mantenimiento de la vigilia, de la que sólo hicimos mención anteriormente y que está relacionada con los complejos propósitos y menesteres que nacen en el hombre como resultado de su actividad consciente.

Así pues, el primer bloque del cerebro, en cuya estructura entran los aparatos del tronco superior, de la formación reticular y de la primitiva corteza, aseguran el tonus general (vigilia) de la corteza y la posibilidad de conservar durante largo tiempo las pautas de la estimulación. El funcionamiento de este bloque no está ligado en especial con los otros órganos de los sentidos y tiene carácter «modal y no específico», asegurando el *tonus general* de la corteza.

Bloque receptor, codificador y almacenador de la información

Si bien el primer bloque, que acabamos de describir, garantiza el tonus de la corteza, él mismo no participa

en el proceso receptor y codificador de la información, ni tampoco en la elaboración de los programas de comportamiento; en cambio, el *segundo bloque* está directamente relacionado con el trabajo de análisis y síntesis de las señales aportadas desde el mundo exterior por los órganos de los sentidos, o dicho en otros términos, con el *proceso receptor, codificador y almacenador de la información obtenida por el hombre.*

Conforman su estructura aparatos situados en las regiones *posteriores de la corteza cerebral* (zona parietal, temporal y occipital) y, a diferencia de los aparatos del primer bloque, tiene *carácter específico-modal*, constituyendo un sistema de mecanismos centrales que reciben la información visual, auditiva y táctil, la reelaboran o «codifican» y retienen en la memoria las pautas de la experiencia obtenida.

Los aparatos de este bloque pueden considerarse como terminales básicas (corticales) de los sistemas receptores (analizadores), estando situadas las del analizador visual en la región occipital; las auditivas, en la temporal; y las táctiles-cinestéticas, en la parietal.

En estas zonas de la corteza terminan las fibras que van desde los aparatos receptores correspondientes, aquí se clasifican y registran los distintos rasgos de la información visual, auditiva y táctil. En sectores más complejos de estas mismas zonas se van asociando, sintetizando y combinando en estructuras de mayor complejidad. A dicha función corresponde el sutil entramado celular de las zonas corticales. Al igual que las otras regiones de la nueva corteza, estas zonas constan de seis capas. La más desarrollada en estas regiones es la IV capa de la corteza, adonde llegan las fibras que comienzan en los sensibles aparatos periféricos. Aquí se conectan con otras neuronas. Algunas fibras descienden directamente a la V capa cortical, donde están situadas las células

piramidales (motoras). Las fibras de algunas de éstas se dirigen a la periferia y, de este modo, se cierra el arco de los reflejos sensoriales elementales. Otras fibras, que llegan de los órganos sensoriales a la IV capa de la corteza, se conectan allí con neuronas de axones cortos que sirven de aparatos conmutadores de las excitaciones a células asociativas más complejas. Una parte inmensa de las células asociativas o células con axones cortos, que tienen forma de minúsculas pirámides o de células estrelladas y están situadas en las capas II y III de la corteza, constituyen el aparato fundamental de transmisión de las excitaciones de unas células a otras. En estas zonas corticales, adonde llegan de inmediato las fibras procedentes de los órganos periféricos sensibles (conectándose únicamente en los núcleos subcorticales), denominadas *zonas primarias o de proyección*, el mayor sitio lo ocupa la IV capa —receptora— de células. En las zonas de la corteza contiguas a las de proyección, llamadas *secundarias o proyectivo-asociativas*, con singular pujanza están desarrolladas las capas II y III de células. Las capas I y VI, por examinar aún, tienen significación especial: la I capa encierra las conexiones horizontales «transcorticales» que unen sectores adyacentes de la corteza; y la VI, las proyecciones vegetativas que relacionan la corteza con las zonas profundas del cerebro.

Toda la substancia blanca subyacente bajo la corteza consta de fibras largas que o bien relacionan la corteza con las formaciones subyacentes (fibras de proyección) o enlazan zonas aisladas de la misma con otras regiones corticales (fibras transcorticales). Ambos hemisferios de la corteza se unen entre sí mediante un haz singularmente vigoroso de fibras transcorticales, denominado «cuerpo calloso». Cuando el cuerpo calloso queda cortado, una parte considerable de los hemisferios pierde las recípro-

cas conexiones y ambos hemisferios empiezan a funcionar aisladamente.

El principio de *estructuración jerárquica de cada zona cortical* integrante del bloque objeto de nuestro análisis, es uno de los principios más esenciales de la estructura de la corteza cerebral. Según demuestran las investigaciones, la información que llega del receptor visual, auditivo o epidérmico a las *zonas primarias (o de proyección) de la corteza* se fracciona allí en el enorme número de sus rasgos constitutivos. Esto ocurre debido a que en dichas zonas corticales de proyección figuran *neuronas altamente especializadas* que —conforme han probado las investigaciones de algunos fisiólogos— sólo reaccionan a ciertos indicios particulares de las estimulaciones. Por ejemplo, en la zona de proyección de la corteza occipital (óptica) existen neuronas que únicamente reaccionan al movimiento de un punto luminoso desde el centro hacia la periferia o desde la periferia hacia el centro, otras lo hacen sólo ante líneas suavemente encorvadas, unas terceras ante líneas quebradas puntiagudas, etc. Esas mismas células de alta especialización figuran asimismo en la corteza temporal (auditiva) y táctil (parietal). Ello permite fraccionar la excitación en ínfimos elementos aislados y transformarlos en un *mosaico funcional de estimulaciones* asequible a la organización ulterior.

Sobre cada una de las zonas corticales primarias o de proyección se levantan las zonas corticales *secundarias o proyectoras-asociativas*. Por lo general, las fibras aferentes no llegan aquí en directo desde el receptor periférico, pues o bien suelen conectarse en los núcleos subcorticales correspondientes y llevan ya impulsos generalizados, o bien procedentes de las zonas primarias alcanzan las secundarias de la corteza.

A diferencia de las zonas corticales primarias, estas zonas constan en lo esencial de una II y III capa celular

(asociativa) vigorosamente desarrollada. La inmensa mayoría de las neuronas que integran estas zonas no se distingue por una especialización tan sutil como las neuronas de las zonas primarias (de proyección). Suelen reaccionar no ante aislados indicios fraccionados, sino a todo un complejo de estimulaciones específico-modales (visuales, auditivos y táctiles), y algunas poseen incluso carácter multimodal, reaccionando a las estimulaciones de diversas modalidades. El significado de estas zonas secundarias consiste —al parecer— en *asociar* las estimulaciones que llegan a las mismas procedentes de los núcleos subcorticales subyacentes o de las zonas corticales primarias, y *codificarlas en determinadas estructuras dinámicas móviles*.

Numerosos experimentos fisiológicos y psicofisiológicos vienen a confirmar este hecho.

Como probaron las investigaciones de MacKellog, la estimulación de las zonas primarias con estricnina, de la que se impregna un minúsculo papelillo, provoca efecto sólo en los sectores inmediatos de la corteza; mientras que, por el contrario, la estimulación de las zonas secundarias de la corteza con estricnina motiva una excitación que se extiende mucho más allá de las zonas adyacentes. Ello indica que las zonas secundarias de los sectores corticales de cada analizador difunden en verdad la excitación a considerables superficies y así *incorporan a complejos sistemas enteros de neuronas al proceso de excitación*, asegurando el trabajo mancomunado de grandes sectores de la corteza.

El alcance psicológico de las zonas primarias y secundarias de la corteza sensible se ha hecho claro gracias a los experimentos realizados con pacientes que fueron objeto de operaciones cerebrales. Sabemos que la corteza cerebral, elemento del órgano supremo de la sensibilidad, es de por sí indolora, por lo que cabe efectuar opera-

ciones cerebrales sin anestesia, y, provocando la estimulación de sectores aislados de la misma, observar la reacción del paciente. Pues bien, eso ha permitido a los autores (Forster, Pezzle, Penfield) llegar a la conclusión de que las regiones primarias y secundarias de la corteza están dotadas de singulares funciones.

Según muestran las investigaciones, la estimulación de la corteza óptica o auditiva hace que en el sujeto aparezcan las correspondientes sensaciones (alucinaciones).

Ahora bien, el carácter de esas alucinaciones es enteramente distinto según se estimulen las zonas corticales primarias o secundarias.

Así, pues, la estimulación de las zonas *primarias* de la corteza óptica (campo 17) motiva en el sujeto *sensaciones* visuales *inacabadas* (el hombre ve una «luz coloreada», una «llama», «globos luminosos», etc.). A diferencia de eso, la estimulación de las zonas *secundarias* de la corteza óptica hace que el hombre comience a ver íntegros *objetos acabados* (mariposas, fieras, rostros conocidos, etcétera). Análogos resultados se obtienen cuando se estimula la corteza auditiva: al estimular las zonas *primarias* de la misma el hombre empieza a oír tonos y ruidos sueltos, mientras que al hacerlo con las zonas *secundarias* de dicha corteza oye melodías enteras, una conversación y así por el estilo.

Todo ello indica que *las zonas primarias de la corteza sensible tienen funciones separadoras de unos u otros indicios modales-específicos (visuales, auditivos y táctiles) o, dicho en otros términos, desempeñan la función de desmenuzar (analizar) en sus partes componentes la información que va llegando, mientras que las zonas secundarias de esas mismas regiones de la corteza cumplen la función de asociar (sintetizar) o efectuar la reelaboración compleja de las informaciones que llegan al sujeto.*

Cabe señalar aún una peculiaridad trascendente del

funcionamiento de las zonas primarias (de proyección) y secundarias (proyectoras-asociativas) de la corteza.

Las zonas primarias de la corteza, adonde llegan las fibras de proyección que tienen su origen en los correspondientes receptores periféricos, poseen una rigurosa *estructura tópico-somática*. Ello quiere decir que las fibras que acceden a la corteza de estos sectores procedentes de las regiones receptoras no están situadas en un orden casual, sino rigurosamente organizado, en el que cada punto de la superficie receptora está representado en un punto enteramente definido de la corteza proyectora. Así, pues, las fibras procedentes de la superficie cutánea de los sectores inferiores del cuerpo, entrecruzándose en el tronco del encéfalo, acceden a los sectores superiores de la circunvolución central posterior del hemisferio opuesto; mientras que las fibras que llevan los impulsos de la sensibilidad epidérmica de las manos está ubicada en los sectores medios; y las portadoras de los sensibles impulsos de la epidermis facial o de la cabeza se sitúan en los sectores inferiores de la circunvolución central posterior del hemisferio opuesto; además, lo que es singularmente importante, la superficie ocupada por la proyección de unos u otros sectores del cuerpo no es proporcional a las dimensiones de dichas partes del organismo, sino a la *trascendencia* que esas regiones del cuerpo tienen en la actividad del mismo. Verbigracia, el ámbito ocupado por la proyección del muslo o de la pierna en la corteza cerebral es pequeñísimo, mientras que la proyección de la mano (sobre todo de los dedos índice y pulgar), de la boca y de los labios son muy grandes. Ello asegura la máxima conductibilidad de los órganos que han de subordinarse con singular precisión al proceso regulador central. Es característico que la destrucción de ciertos sectores de las zonas corticales de la región parietal (postcentral) motiva la pérdida de

sensibilidad en zonas rigurosamente delimitadas del lado opuesto del organismo; y la pérdida de sensibilidad en la epidermis de la mano, del pie o de la cara sirve de base para estimar el lugar de la corteza proyectora-sensible o de sus vías conducentes que han sido destruidas por el proceso patológico. Por el contrario, la estimulación de las zonas primarias (proyectoras) de la corteza hace que aparezcan sensaciones visuales o auditivas nacidas al margen de los influjos exteriores correspondientes. Típica para estos casos es el «aura» (fase inicial) de los ataques epilépticos, provocados por el influjo excitante de la cicatriz situada en la zona correspondiente de la corteza cerebral. Así, pues, la cicatriz ubicada en los sectores superiores de la circunvolución postcentral despierta la sensación de «hormigueo» o «corriente» en la extremidad inferior del lado opuesto; la cicatriz situada en los sectores centrales de dicha región motiva idénticas sensaciones en la mano contraria; y cuando se trata de los sectores inferiores de la misma, sensaciones iguales en el lado opuesto del rostro.

Análogo principio de proyección tópico-somática tiene asimismo lugar en otros sectores de la corteza. Verbigracia, las fibras procedentes de los distintos sectores de la retina y que representan partes aisladas del campo óptico, se proyectan en sectores perfectamente determinados de la zona de proyección de la corteza occipital (óptica), a consecuencia de lo cual la lesión de determinados sectores de la misma conduce a la pérdida de zonas enteramente definidas del campo óptico, y la estimulación de ciertos sectores de la región occipital, al surgimiento de sensaciones visuales («fosfenos») en determinadas zonas del campo óptico.

Idénticos fenómenos se originan en las zonas de proyección de la corteza temporal (auditiva): las fibras portadoras de excitaciones correspondientes a los tonos altos

se proyectan en los sectores internos de la zona cortical auditiva-primaria, mientras que las portadoras de excitaciones propias de los tonos bajos lo hacen en los sectores laterales de la corteza. Por eso la estimulación de estos sectores corticales o la de vías conducentes a los mismos engendra las respectivas sensaciones auditivas, que pueden ser el comienzo (aura) de un ataque epiléptico.

Tener en cuenta los hechos descritos de la estructura tópico-somática de las zonas corticales primarias (de proyección) entraña gran valor práctico, ya que los síntomas sirven de excelente indicio sindrómico para la diagnosis tópica de estas lesiones.

Ese principio de rigurosa proyección tópico-somática de aisladas superficies sensibles (receptoras) en determinados sectores de los campos corticales proyectores (que permite utilizar los síntomas de pérdida de sensibilidad en determinados sectores del organismo para la diagnosis tópica de las afecciones) caracteriza la organización funcional de los campos corticales *primarios*. Pero es totalmente inservible para valorar el funcionamiento de los campos corticales *secundarios*.

Como ya dijimos más arriba, los campos corticales secundarios del bloque analizado por nosotros aseguran la síntesis de las excitaciones que llegan a los campos primarios y las «codifican»; ellos *substituyen el principio de proyección tópico-somática por otro principio: el de organización funcional de las excitaciones correspondientes*. De ahí que la destrucción de estas zonas no origine fenómenos de pérdida de la sensibilidad, inherentes a determinadas regiones del cuerpo o a partes definidas del campo perceptible, mas suscite la *desintegración* general en el funcionamiento de uno u otro analizador, y que se revela en el costoso desciframiento de la información que llega al sujeto; o, en otras palabras, motive el tras-

torno de las complejas formas de percepción visual, auditiva o táctil que la clínica conoce por el nombre de «agnosia». Al análisis de estos fenómenos volveremos aún, cuando examinemos los procesos perceptivos.

Las zonas primarias y secundarias de la corteza no agotan los aparatos corticales del bloque analizado.

Sobre ellas se levantan los aparatos de las *zonas terciarias de la corteza* (o «zonas» de cobertura de los extremos corticales de los analizadores), las que tienen gran importancia para el aseguramiento de las más complejas formas de trabajo del mencionado bloque.

Las zonas terciarias de la corteza cerebral surgen en las etapas tardías de la escalera filogenética y en grado considerable son formaciones específicamente humanas; hasta en los depredadores las zonas corticales de los analizadores se hallan en contacto directo unas con otras; en los monos superiores dichas zonas no están más que esbozadas, mientras que en el hombre ocupan una parte considerable de las áreas posteriores de la corteza.

Las zonas terciarias de la corteza cerebral maduran ya muy tarde, en el proceso ontogénico. Según demostró en su tiempo el anatomista alemán Flechsig, el proceso de revestimiento de las fibras que surgen en estas zonas con mielina, haciéndolas aptas para el trabajo, acaba más tarde que en todas las demás zonas. Todo ello indica que las zonas terciarias o «zonas de cobertura» son las más jóvenes y los sectores de la corteza cerebral que más tarde se incoporan al trabajo.

Por su estructura histológica dichas zonas pertenecen al número de aquellas en las que prevalecen por entero las capas II y III de células asociativas. Esto habla de que sus funciones esenciales consisten en *asociar la información* que, procedente de los distintos analizadores, llega a la corteza cerebral. Las zonas terciarias de los ámbitos posteriores de la corteza cerebral están situadas en los

límites de las regiones parietal, occipital y temporal, y en su composición entran los campos 39, 40 y 37 de los sectores parietales inferiores de la corteza. En caso de lesiones de las mismas no surgen reacciones sensoriales ni alucinaciones de ninguna índole; tampoco su lesión conlleva la pérdida de la sensibilidad visual, auditiva o táctil. La importancia de estos sectores de la corteza para el procesamiento asociativo de la información que llega de los analizadores se puede ver al examinar la conducta de los pacientes aquejados por lesiones en estos sectores de la corteza cerebral. Por lo común, dichos pacientes adolecen de dificultades en la más compleja reelaboración de las informaciones recibidas y ante todo *en el proceso asociativo de las sucesivas estimulaciones que llegan al cerebro plasmándolas en esquemas espaciales simultáneos (sincronizados)*. Distinguiendo los objetos visualmente perceptibles y los sonidos, los pacientes comienzan a experimentar dificultades para orientarse en el espacio, confunden la dirección, no logran diferenciar los lados derecho e izquierdo, ni entender el dispositivo de las saetas en los relojes, ni tampoco la correlación de los puntos cardinales en el mapa geográfico. Vienen a ser incapaces de ejecutar operaciones aritméticas, que requieren orientarse en la estructura ordinativa de los números, o efectuar de prisa restas y divisiones, y empiezan a experimentar serias dificultades en la interpretación de las complejas estructuras gramaticales y en las operaciones lógicas que entrañan complicadas relaciones

Todo ello indica que las zonas terciarias de la corteza conforman un aparato substancial, indispensable para el funcionamiento de los más complejos tipos de reelaboración y cifrado de la información recibida.

Bloque de programación, regulación y control de la actividad

El tercer bloque del encéfalo humano efectúa la programación, regulación y control de la actividad del hombre. Lo integran aparatos situados en las *zonas anteriores de los hemisferios* y el lugar rector del mismo corresponde a las regiones *frontales* del cerebro.

La actividad consciente del hombre no hace más que comenzarse con el proceso receptor y reelaborador de la información, y culmina en los procesos formativos de las intenciones, elaboradores de los correspondientes programas de acciones y ejecutores de los mismos a través de los actos externos (motrices) o internos (mentales). Para ello se requiere un aparato especial capaz de crear y mantener las adecuadas intenciones, elaborar los programas de acción correspondientes a las mismas, ejecutarlos en los actos necesarios y —lo que es muy esencial— vigilar de modo constante el curso de los mismos, comparando el efecto de la acción ejecutada con los propósitos iniciales.

Todas estas funciones corren a cargo de las zonas anteriores del cerebro y sus elementos frontales.

Por el carácter de su estructura, las zonas anteriores de la corteza se diferencian substancialmente de las posteriores; si bien el córtex de las zonas posteriores del cerebro se caracterizaba por un delineamiento transversal, la corteza de las regiones anteriores del mismo se distingue por su trazado *vertical*, lo que habla del carácter dinámico-motor de las estructuras en ella dominantes. Si bien en la corteza de las regiones posteriores del cerebro (y sobre todo en sus zonas primarias) prevalece la IV capa de células (aferente), en la corteza de las regiones anteriores del mismo (especialmente en su zona primaria) predomina la capa eferente de células con grandes pirámides, cuyos axones trasladan a la periferia los impulsos constituidos, haciéndolos llegar a los músculos de la mano y suscitando con ello los movimientos correspondientes, cuyos programas fueron elaborados por toda la corteza cerebral y, en particular, por la región frontal de la misma.

Al igual que las zonas posteriores del cerebro, las anteriores se hallan en estrecha conexión con las formaciones subyacentes del sistema reticular —hallándose representadas en el mismo con singular pujanza, cosa importante, tanto las fibras ascendentes como las descendentes—, que conducen los impulsos integrados en los sectores frontales de la corteza y regulan así el estado general de la actividad del organismo, modificándola de conformidad con las intenciones nacidas en la corteza.

Lo mismo que los sistemas de las regiones posteriores de la corteza, las zonas anteriores de la misma poseen una estructura jerárquica, con la única diferencia de que las zonas primarias de la corteza motriz no son las primeras (adonde acceden las estimulaciones que llegan al cerebro) en cuanto al orden de su cometido, sino las últimas: a ellas acceden los impulsos elaborados en regiones más altas de la corteza y ellas dirigen esos impulsos a la periferia, suscitando los correspondientes movimientos.

En aras de la sencillez de exposición, al examinar las zonas primarias de la corteza cerebral conservaremos el mismo orden admitido por nosotros al analizar las estructuras jerárquicamente organizadas de las regiones posteriores de la corteza.

Zona primaria o de provección de los ámbitos anteriores del cerebro es la *circunvolución frontal ascendente* o región motora de la corteza (4.° campo de Brodmann), sobre la cual se levanta un campo premotor *secundario* (6.° campo de Brodmann); aún más arriba están situadas las formaciones de la corteza propiamente frontal o re-

gión prefrontal (campos 9, 10, 11 y 46 de Brodmann).

Pese a que todos estos ámbitos corticales se caracterizan por el «delineamiento vertical» anteriormente expuesto, la estructura celular de cada una de las zonas indicadas se distingue fuertemente de las demás.

La zona motriz primaria o de proyección se extiende como franja alargada en los límites de la circunvolución frontal ascendente, y en ella predomina la V capa eferente, compuesta de gigantescas células piramidales, descubiertas en su tiempo por el anatomista ruso V. A. Betz. Estas células gigantes dan comienzo a largos axones que, pasando en el tronco cerebral al lado opuesto, descienden, alcanzan las astas anteriores de la médula espinal y llevan los impulsos motores aferentes, en última instancia, a ciertos grupos musculares.

Al igual que otras zonas de proyección, los campos motrices primarios de la corteza poseen una diáfana estructura tópico-somática: las gigantescas células piramidales de sus ámbitos superiores llevan los impulsos motores a los músculos de las extremidades inferiores del lado opuesto del organismo; las magnas pirámides de los ámbitos medios, a los músculos de las extremidades superiores; y las células piramidales de los ámbitos inferiores del mencionado campo, a los músculos del cuello, de la cabeza y del rostro. Del mismo modo que en las zonas sensoriales de proyección, la amplitud del campo motriz primario representa a los grupos musculares respectivos no según la entidad geométrica de los mismos, sino de acuerdo con la funcional: cuanto más dirigido haya de ser el grupo muscular correspondiente, tanto mayor es el ámbito que ocupa su proyección en la zona motriz primaria de la corteza.

Este ordenamiento tópico-somático de la circunvolución frontal ascendente o de sus vías conductoras entraña gran importancia para la diagnosis tópica de las lesiones cerebrales: la destrucción de las zonas superiores de esta región del cerebro o de sus vías conductoras motiva la parálisis de la pierna contraria; la lesión de las zonas medias conlleva la parálisis del brazo opuesto; y la de las zonas inferiores, la parálisis o paresia de los músculos del lado opuesto del rostro. De conformidad con ello, las cicatrices situadas en dichas zonas de la corteza y excitantes de la misma originan la contracción o convulsiones de las respectivas zonas del cuerpo; de ahí que el carácter del aura (fase inicial de los ataques epilépticos que ocurren en tales casos) tenga gran alcance diagnóstico al indicar el emplazamiento de la cicatriz.

Sobre la zona motriz primaria de la corteza cerebral se alza la *región premotora*, que incluye en su estructura el 6.° campo de Brodmann. Esta región prepara el lanzamiento de los impulsos motores y crea esa «melodía cinética» que pone en marcha las «teclas» de la zona motriz de la corteza.

A diferencia de la zona proyectora-motriz, en ella predominan las minúsculas células piramidales de las capas II y III de la corteza, que desempeñan un papel de proyección asociativa; el principio de proyección tópico-somática está incomparablemente menos representado aquí que en la zona motriz proyectora. Por eso las lesiones de la zona premotora no conllevan el surgimiento de parálisis en determinados grupos musculares. El alcance de la zona premotora de la corteza (o «campo motriz extrapiramidal») radica en que ella crea las condiciones para el funcionamiento sistemático del aparato motor y, en particular, asegura la conmutación suave de los impulsos de unos eslabones del movimiento a otros, asegurando de tal modo la ejecución de las «*melodias motoras*». Trascendencia singularmente grande adquiere la zona premotora de la corteza para la creación de los *hábitos* motrices, en los que un eslabón motor ha de reempla-

zarse suavemente por otro. He ahí el porqué al excitar la zona premotora de la corteza surgen no contracciones de grupos musculares sueltos, sino complejos movimientos de conjunto (vuelta de ojos y de cabeza, movimientos prensores de las manos), y al lesionarse esta zona, se pierde la suave conmutación de un eslabón del movimiento a otro, o bien, en otros términos, se alteran las «melodías cinéticas» o los hábitos motrices.

Un lugar especial en las zonas premotoras de la corteza ocupa el 8.° campo de Brodmann, centro óptico-motriz anterior que garantiza los suaves movimientos activos de los ojos. Cuando el mismo queda lesionado, subsisten los movimientos reflectores de los ojos que siguen al objeto motriz, mientras que resultan alterados los movimientos suaves, rápidos y activos de aquéllos.

Sobre la zona premotora se alzan los sectores *terciarios* de la corteza frontal o corteza de la región prefrontal. Incluyen en su estructura los campos 9, 10, 11 y 46 de Brodmann y tienen una urdimbre completamente distinta.

A diferencia de las zonas motriz y premotora, estos ámbitos de la corteza no contienen grandes células piramidales, y todo el espesor de la misma lo ocupan células con axones cortos y células estrelladas, cuyos cuerpos son pequeñísimos, semejantes a granillos o gránulos (por lo que la región prefrontal suele llamarse a veces «corteza granular frontal»). Apenas está esbozada en los vertebrados, ocupa un lugar relativamente exiguo en los monos y se desarrolla con vigor sólo en el hombre, constituyendo casi un tercio de la masa total de los hemisferios. De ahí que la zona prefrontal pueda justipreciarse como una formación específicamente-humana. Los aparatos de la corteza prefrontal maduran en el postrer y último término de la ontogénesis, y en cuanto al período de maduración ocupan uno de los últimos lugares en el

mapa de mielinación de Flechsig. Finalmente, cosa en extremo esencial, las regiones prefrontales de la corteza están relacionadas tanto con todas las demás zonas del cerebro como con las áreas subyacentes de la formación reticular. Estas conexiones son singularmente importantes en los sectores mediales y basales de los ámbitos frontales, y además —según indicamos ya antes— a la par con las fibras ascendentes de la formación reticular en ellos adquieren un desarrollo especialmente vigoroso las fibras de la *formación reticular descendente*. Esto les da a los ámbitos frontales del cerebro la posibilidad de mantener constantemente el tonus de la corteza mediante las fibras descendentes que los unen con las formaciones truncales subyacentes.

La importancia de las zonas frontales de la corteza cerebral para el ordenamiento de la conducta es muy grande, aunque durante mucho tiempo no haya sido factible la determinación científica precisa de la misma.

Ello está relacionado con el hecho de que las funciones de las zonas frontales del cerebro no se pueden expresar en los conceptos clásicos del arco reflejo: las lesiones de las zonas frontales del cerebro no conducían a trastorno alguno de los movimientos elementales, no suscitaban ni parálisis ni perturbaciones de la sensibilidad, ni tampoco alteraciones del lenguaje. Eso daba pie a ciertos autores para considerar las zonas frontales de la corteza cerebral como «región muda» y estimar que ella no tiene funciones especiales de ninguna índole. El asunto cambió substancialmente cuando los investigadores empezaron a concebir el cerebro como *complejísimo sistema autorregulador*, que establece los complicados programas de conducta, regula el curso de los actos motrices y ejecuta el control de los mismos. A la luz de estas concepciones se logró determinar con mucha más nitidez la función de las zonas frontales del cerebro.

Resultó que las zonas frontales del cerebro, dotadas de poderosas conexiones con la formación reticular ascendente y descendente, constituyen ante todo un aparato capaz de ejercer un vigoroso papel *activador*. Según demostraron las investigaciones, en toda tensión intelectual (una señal de espera, un cálculo complicado) surgen en las zonas frontales del cerebro unas singulares ondas lentas, que se extienden a otras regiones corticales y han sido llamadas «ondas de espera» por el fisiólogo inglés Gray Walter. Cuando cesa la espera de la señal, estas ondas desaparecen. El trabajo intelectual intenso, que requiere un tonus elevado de la corteza, suscita en las regiones frontales un elevado número de puntos sincrónicamente excitados y que laboran en común. Conforme ha demostrado el científico soviético M. N. Livánov, los puntos de funcionamiento sincronizado se mantienen durante todo el tiempo de compleja actividad intelectual y desaparecen cuando ésta cesa:

El papel de las zonas frontales en la conservación de un estado activo, motivado por instrucciones verbales o tarea intelectual, quedó demostrado al examinar a pacientes aquejados de lesiones locales (tumores o traumas) de las mencionadas zonas cerebrales. Los experimentos efectuados por la psicóloga soviética E. D. Jomskaya mostraron que si bien la instrucción verbal —motivadora de la tensión— conduce a que en los sujetos normales aparezcan síntomas prolongados de activación (expresados en las reacciones vasculares o electrofisiológicas); en cambio, no sucede así con los pacientes afectados por lesiones de las zonas frontales del cerebro (y especialmente de los ámbitos mediales y basales, dotados de conexiones singularmente vigorosas con la formación reticular activadora), en los cuales o no surge el estado persistente de elevada activación o ésta desaparece con gran rapidez.

Manteniendo el tonus de la corteza necesario para cumplir la tarea planteada, las zonas frontales del cerebro juegan un papel decisivo en cuanto a generar propósitos y formar los *programas de acción* que los hagan realidad.

Observaciones ejecutadas por neuropsicólogos (A. R. Luria y otros) han venido a demostrar que la afección bilateral de las zonas frontales del cerebro hace que los pacientes no sean capaces de mantener las intenciones con firmeza, retener los complejos programas de acción, frenar los impulsos que no corresponden a los programas y regular la actividad subordinada a los mismos. No pueden concentrar de modo estable su atención en la tarea planteada ante ellos y se abstraen con facilidad del cumplimiento de la misma, reemplazando los actos necesarios bien sea por meras respuestas a estímulos accesorios, bien por la repetición inerte de los estereotipos surgidos, que siguen reproduciéndose con independencia de la tarea planteada y entorpecen su adecuado cumplimiento.

Por supuesto que la actividad intelectual organizada, guiada por la tarea en cuestión, se altera de modo esencial cuando resultan lesionadas las zonas frontales del cerebro, y los complejos planes resolutivos de las tareas son reemplazados aquí por respuestas fragmentarias surgidas impulsivamente o por la reproducción inerte de estereotipos ya asimilados (A. R. Luria y L. S. Tsvetkova).

Singular importancia tiene el hecho de que las zonas frontales del cerebro juegan un papel substancial en la ejecución de un control permanente sobre la actividad en curso. Los pacientes afectados por lesiones de las regiones frontales del cerebro no pueden colacionar los resultados de sus actos con el propósito inicial, pierden la actitud crítica con respecto a sus propios actos y quedan privados de la facultad de reconocer sus propias faltas y corregirlas. Esto da pie para considerar que las zonas frontales del cerebro humano constituyen un componente esencial del mecanismo «aceptor de la acción»

(P. K. Anojin), que juega un papel substancial en el aseguramiento de la actividad autorreguladora del hombre.

El principio de lateralización en el funcionamiento de los hemisferios

La descripción de los tres bloques fundamentales, cuya labor mancomunada asegura la actividad del cerebro humano, no agota los principios básicos de su funcionamiento. Pero esa descripción ha de complementarse aún con otro principio que sirve de base al funcionamiento del cerebro humano.

Si bien en los animales ambos hemisferios son equivalentes, en el hombre —en cambio— uno de ellos (por lo general, el hemisferio izquierdo) es *dominante*, y el otro (el derecho), subordinado. La condición dominante del hemisferio izquierdo del cerebro humano surgió —por lo visto— al aparecer el trabajo y destacarse la mano derecha como ejecutora del papel rector en la actividad laboral. De ahí que en los dextrómanos el hemisferio izquierdo desempeñe el papel dominante y rector, mientras que en los zurdos dicho papel dominante se borra o pasa al hemisferio derecho.

Un rasgo esencial del carácter dominante del hemisferio izquierdo en los dextrómanos es el hecho de que su funcionamiento se halla íntimamente ligado con la actividad discursiva. Pese a que ambos hemisferios apenas se distinguen entre sí morfológicamente, sólo el hemisferio izquierdo constituye el aparato cerebral del lenguaje; además, las partes inferiores de las póstero-zonas del hemisferio izquierdo (regiones temporal y parietal) están vinculadas con el lenguaje receptivo (diferencia entre los sonidos articulados, formación de articulaciones discursivas y codificación de las palabras que llegan al

sujeto en sistemas lógico-gramaticales complejos), mientras que los ámbitos inferiores de la zona premotora integran el aparato que asegura la transformación de los movimientos articulatorios en complejas «melodías cinéticas» discursivas y en suave lenguaje activo. Justamente por eso la lesión de los ámbitos posteriores de la zona supratemporal izquierda perturba la facultad de distinguir los sonidos complejos del discurso y motiva la desintegración del entendimiento del lenguaje (la llamada «afasia sensorial»); la afección de los ámbitos inferiores de la zona postcentral conlleva el trastorno de las articulaciones precisas («afasia motora aferente»); la lesión de los ámbitos posteriores de la circunvolución frontal inferior (o de las partes inferiores de la zona premotora izquierda) entraña la alteración del lenguaje expresivo mesurado («afasia motora aferente»). Claro está que la lesión de todas las zonas enumeradas de la corteza del hemisferio izquierdo acarrea de modo inevitable el trastorno de las formas complejas de la actividad discursiva como son los procesos de búsqueda de los nombres necesarios, los del lenguaje autónomo organizado, de la escritura, y en ciertos casos también alteraciones de la lectura, el cálculo, y así sucesivamente. Es característico que la lesión de las zonas correspondientes del hemisferio derecho (subdominante) no ocasiona dichos trastornos.

El carácter dominante del hemisferio izquierdo (en los dextrómanos) se manifiesta no sólo en el curso de los procesos articulatorios. Según han probado las observaciones clínicas, la integridad del hemisferio izquierdo es asimismo importante para el curso normal de todas las formas de la actividad consciente relacionada con el lenguaje.

Así pues, la lesión de regiones de la corteza cerebral contiguas a las zonas articulatorias y relacionadas con los sectores «terciarios» de la corteza motiva el trastorno de

las formas perceptivas complejas (agnosia), la desintegración de las complicadísimas formas de las operaciones lógico-gramaticales que sirven de base a los procesos intelectuales («afasia semántica») y el desarreglo de las formas activas del pensamiento («afasia dinámica»). A diferencia de ello, las lesiones de ámbitos análogos del hemisferio derecho (subdominante) no motivan trastornos similares de los procesos cognoscitivos y se manifiestan en mayor grado por el desarreglo de la percepción gráfica y de la esfera emocional del hombre.

Hay razones para suponer que en virtud de la íntima conexión de los procesos articulatorios con la corteza del hemisferio dominante (izquierdo) el funcionamiento de éste transcurre a un nivel más diferenciado; mientras que la organización funcional del hemisferio subordinado (derecho) entraña un carácter menos diferenciado (Tybor).

El análisis del papel que los distintos sistemas hemisféricos desempeñan en el curso de los diversos procesos psicológicos (percepción, atención, memoria y pensamiento), y de cómo los procesos mencionados se alteran al producirse lesiones locales de estas zonas del cerebro, será el objeto de los fascículos siguientes.

INDICE

I. LA PSICOLOGIA COMO CIENCIA. OBJETO Y TRASCENDENCIA PRACTICA DE LA MISMA 7
En cuanto a la historia de la psicología como ciencia 8
Relación de la psicología con otras ciencias . 15
Ramas fundamentales de la psicología . . 20
Métodos de la psicología 29
Alcance práctico del conocimiento científico-psicológico 36

II. EVOLUCION DE LA PSIQUE 45
Orígenes de la psique 45
Variabilidad del comportamiento de los seres elementales 49
Mecanismos comportativos de los protozoarios 52
Génesis del sistema nervioso y de sus formas primarias 55
El sistema nervioso ganglionar y la aparición de programas elementales de conducta . 57
Surgimiento de formas complejas de conducta («instintiva») hereditariamente programada 62

El sistema nervioso central y la conducta individualmente variable de los vertebrados . 72
Mecanismos del comportamiento individual variable 80
Conducta «inteligente» de los animales . . 87
Límites de la conducta individualmente variable de los animales 96

III. LA ACTIVIDAD CONSCIENTE DEL HOMBRE Y SUS RAICES SOCIO-HISTORICAS . 99
Principios generales 99
El trabajo y la formación de la actividad consciente 105
El lenguaje y la conciencia del hombre . . 108
Trascendencia del lenguaje para la formación de los procesos psíquicos 113

IV. EL CEREBRO Y LOS PROCESOS PSIQUICOS 119
Problemática de las relaciones entre los procesos mentales y el cerebro 119
Principios de organización funcional del cerebro humano 130
Los tres «bloques» fundamentales del cerebro 132
Bloque del tonus de la corteza o bloque energético del cerebro 133
Bloque receptor, codificador y almacenador de la información 139
Bloque de la programación, regulación y control de la actividad 156
El principio de lateralización en el funcionamiento de los hemisferios 158

EL SABER DE MIS HIJOS HARA MI GRANDEZA

"BIBLIOTECA DE PSICOLOGIA"